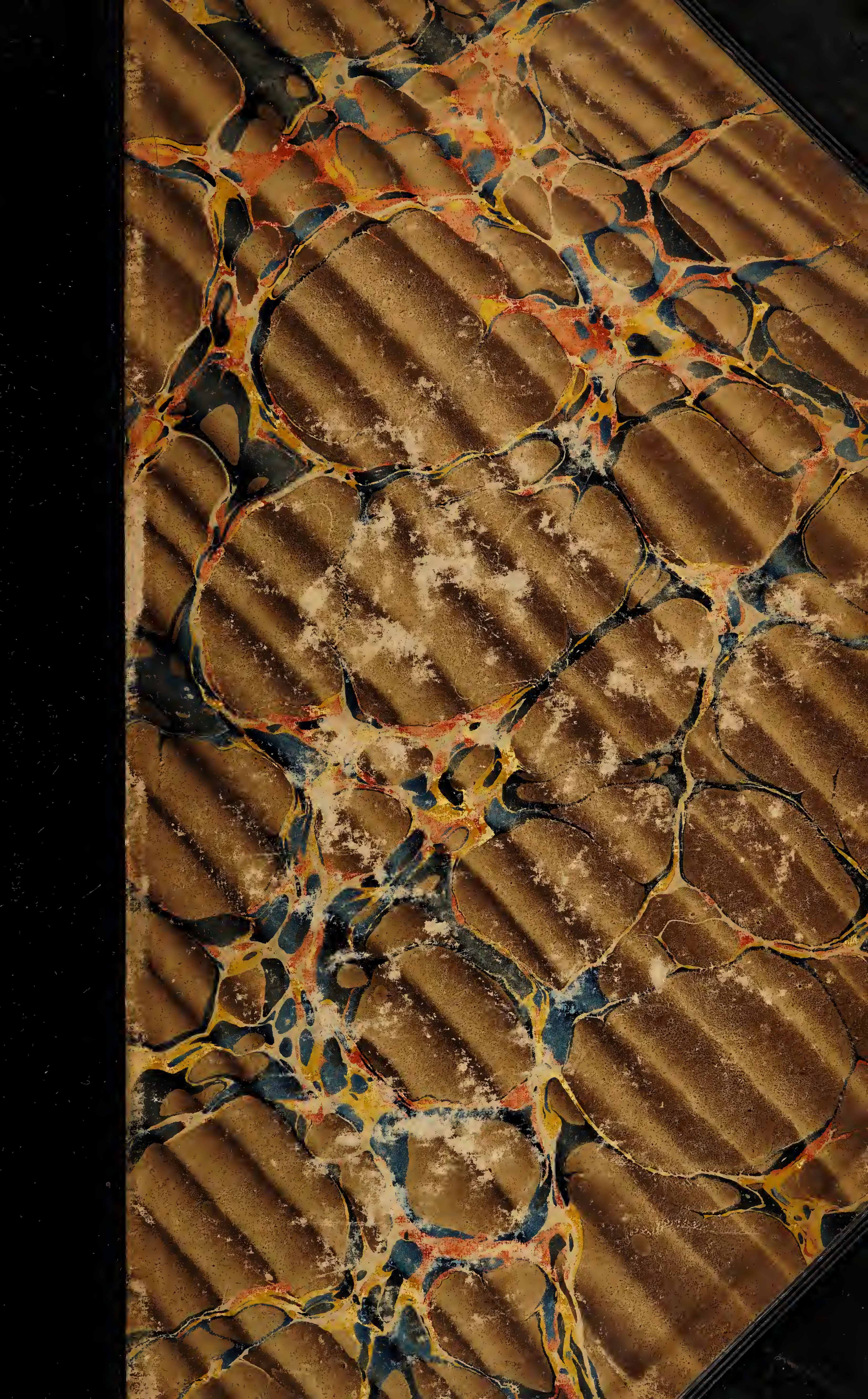


PRÉCIS ÉLÉMENTAIRE

DE PHYSIOLOGIE.

PRÉCIS ÉLÉMENTAIRE

DE

PHYSIOLOGIE;

PAR F. MAGENDIE,

MEMBRE DE L'INSTITUT DE FRANCE,

Titulaire de l'Académie royale de Médecine, médecin de l'Hôtel-Dieu, professeur de Physiologie et de Médecine au Collége de France; des Sociétés Philomatique et médicale d'Émulation; des Sociétés de Médecine de Stockholm, Copenhague, Wilna, Philadelphie, Dublin, Édimbourg, Toulouse; de l'Académie des Sciences de Turin, Stockholm; de la Société Zoologique de Londres, etc.

QUATRIÈME ÉDITION,

CORRIGÉE, AUGMENTÉE ET ORNÉE DE PLANCHES NOUVELLES.

BRUXELLES,
H. DUMONT, LIBRAIRE, RUE DU PERSIL, N° 12.
LONDRES,
DULAU, ET COMP^e, LIBRAIRES.

—

1834.


WELLCOME
HISTORICAL
MEDICAL
LIBRARY

PRÉFACE.

Les sciences naturelles ont eu, comme l'histoire, leurs temps fabuleux. L'astronomie a commencé par l'astrologie; la chimie était naguère l'alchimie ; la physique n'a été long-temps qu'une vaine réunion de systèmes absurdes , etc. Singulière condition de l'esprit humain , qui semble avoir besoin de s'exercer long-temps sur des erreurs avant d'oser aborder la vérité !

Telles furent les sciences naturelles jusqu'au dix-septième siècle. Alors parut Galilée , et d'admirables découvertes apprirent au monde que pour connaître la nature, il ne suffisait pas d'IMAGINER ou CROIRE ce qu'en avaient DIT d'anciens auteurs , mais qu'il fallait l'OBSERVER , et par-dessus tout l'INTERROGER au moyen des EXPÉRIENCES.

Cette philosophie féconde fut celle de Newton ; elle ne cessa de l'inspirer dans ses immortels travaux.

Ce fut aussi celle des hommes de génie qui, dans le siècle dernier , anéantirent l'antique doctrine des quatre élémens et la remplacèrent par la théorie pneumatique.

Ce même esprit anime aujourd'hui les physiciens et les chimistes de tous les pays, les guide dans leurs ingénieuses et utiles recherches , et forme entre eux un nouveau lien social à jamais indissoluble.

Gloire donc à Galilée! En démontrant par des exemples mémorables les immenses avantages de l'observation et de l'expérience; en détournant l'esprit humain de la fausse direction où ses forces s'épuisaient en vain depuis tant de siècles, il a réellement jeté les fondemens des sciences physiques; de ces sciences qui relèvent la dignité de l'homme, accroissent sans cesse sa puissance, assurent la richesse et le bonheur des nations, placent notre civilisation au-dessus de toutes celles des temps passés , et préparent aux générations un brillant avenir.

Je voudrais pouvoir dire que la PHYSIOLOGIE, cette SCIENCE DE NOUS-MÊMES, selon l'expression de Bacon, a pris le même essor et subi la même métamorphose que les sciences physiques. Malheureusement il n'en est pas ainsi ; la physiologie est encore, dans beaucoup d'esprits et dans plus d'un ouvrage, une œuvre d'imagination ; elle a ses croyances diverses, ses sectes opposées et militantes ; on y admet des êtres chimériques qui, semblables aux dieux du paganisme, président aux phénomènes vitaux ; on y invoque l'autorité d'auteurs soi-disant infaillibles, enfin on dirait le cadre d'une religion bizarrement rempli par des termes scientifiques.

A diverses reprises cependant il s'est montré des hommes qui ont appliqué avec succès la méthode expérimentale à l'étude de la vie ; de grandes découvertes ont été le fruit de ces efforts ; la science s'est enrichie, étendue, mais sa forme générale, sa méthode d'investigation, est restée la même, et à côté des phénomènes de la CIRCULATION DU SANG, de la RESPIRATION, de la CONTRACTION MUSCULAIRE, etc., sont placées sur la même ligne et au même degré d'importance, de simples métaphores, telles que la SENSIBILITÉ ORGANIQUE, quelques créations imaginaires, comme le FLUIDE NERVEUX, certains mots inintelligibles, tels que FORCE OU PRINCIPE VITAL.

Mon but principal, en écrivant cet ouvrage, a été de contribuer à changer l'état de la physiologie, de la ramener entièrement au positif des faits, en un mot de faire éprouver à cette belle science l'heureuse rénovation des sciences physiques.

Je ne me suis point abusé sur les difficultés que j'avais à vaincre, je les connaissais ; elles tiennent à la nature de l'homme, et sont aussi des phénomènes physiologiques.

De nombreux préjugés sur l'isolement où la physiologie doit, dit-on, se tenir des sciences exactes ; une répugnance extrême pour les expériences faites sur les animaux vivans ; la prétendue impossibilité d'en appliquer les déductions à l'homme ; l'ignorance à peu près absolue de la manière de procéder pour trouver la réalité ; l'attachement aux anciennes idées, toujours protégées par l'insouciance et la paresse ; l'espèce de passion tenace que les hommes mettent à conserver leurs erreurs, en dépit même de leur intérêt, etc., voilà une partie des obstacles qu'il fallait surmonter. Ils étaient grands sans doute ; mais, certain d'être dans la bonne voie, et comptant sur l'influence douce, mais constante, de la vérité, je n'ai point douté et je ne doute point encore du succès pour un temps qui, je l'espère, n'est pas éloigné.

Déjà les hypothèses sur les fonctions organiques ne sont plus accueillies avec la même faveur ; et pour mettre au jour une œuvre de PHYSIOLOGIE SPÉCULATIVE, il est indispensable de faire au moins quelques expériences.

La croyance, si nuisible et si absurde, que les lois physiques n'ont aucune influence sur les corps vivans, n'a plus la même force ; les bons esprits commencent à entrevoir qu'il pourrait y avoir dans l'animal vivant divers ordres de phénomènes, et que des actes simplement physiques n'excluent pas des actions purement vitales.

Il n'est plus douteux maintenant que les recherches faites sur les animaux ne s'appliquent, avec une précision remarquable, aux phénomènes de la vie de l'homme ; la vive clarté que les expériences récentes relatives aux fonctions nerveuses viennent de jeter sur la pathologie, lève toute incertitude à cet égard.

Mais ce qui prouve, mieux que je ne saurais le dire, combien l'utilité des expériences physiologiques se fait sentir, c'est le grand nombre des personnes qui se livrent aux investigations de ce genre ; c'est la rapidité avec laquelle les découvertes les plus importantes, tout-à-fait inattendues, se succèdent depuis quelque temps, et font de la science de la vie une science toute nouvelle.

Encore quelques années, et la physiologie, liée intimement aux sciences physiques, ne pourra plus faire un pas sans leur secours ; elle acquerra la rigueur de leur méthode, la précision de leur langage, et la certitude de leurs résultats ; en s'élevant ainsi, elle se trouvera hors de la portée de cette foule ignorante et vaniteuse toujours présente et en force quand il s'agit de repousser le vrai ou d'accueillir quelque erreur. La médecine, qui n'est que la PHYSIOLOGIE DE L'HOMME MALADE, ne tardera pas à suivre la même direction, à atteindre la même hauteur ; nous en verrons ainsi disparaître toutes ces explications mensongères qui, aliment des intelligences les plus infimes, la défigurent depuis si long-temps.

TABLE

DES MATIÈRES.

FIN DE LA TABLE.

PRÉCIS ÉLÉMENTAIRE

DE PHYSIOLOGIE.

La *physiologie* ou la *biologie* est cette vaste science naturelle qui étudie la vie partout où elle existe, et qui en recherche les caractères généraux. Elle se divise en *physiologie végétale*, qui s'occupe des végétaux ; en *physiologie animale*, qui traite des animaux, et en *physiologie de l'homme*. Cette dernière est le sujet spécial de cet ouvrage.

NOTIONS PRÉLIMINAIRES.

DES CORPS ET DE LEUR DIVISION.

On nomme *corps* tout ce qui peut agir sur nos sens.

Les corps se divisent en *pondérables* et en *impondérables*. Les premiers sont ceux qui peuvent agir sur plusieurs de nos sens, et dont l'existence est bien démontrée : tels sont les *solides*, les *liquides* et les *gaz*.

Les seconds sont ceux qui n'agissent en général que sur un seul de nos sens, dont l'existence n'est point démontrée, qui peut-être ne sont que des forces ou qu'une modification d'autres corps ; ce sont le *calorique*, la *lumière*, les *fluides électrique* et *magnétique*.

Les corps pondérables sont doués de propriétés *communes* ou générales, et de propriétés particulières ou *secondaires*.

Les propriétés *générales* des corps sont : l'étendue, la divisibilité, l'impénétrabilité, la mobilité, l'inertie et la pesanteur. Quelques physiciens réduisent les propriétés générales des corps à l'étendue et à l'impénétrabilité.

Les propriétés *secondaires* sont partagées entre les différens corps : telles sont la dureté, la porosité, l'élasticité, la fluidité, etc. ; elles constituent, par leur réunion avec les propriétés générales, l'*état* d'un corps. C'est en acquérant ou en perdant de ces propriétés secondaires, que les corps changent d'état : par exemple, l'eau peut se présenter sous la forme de glace, de liquide ou de vapeur, sans cesser d'être le même corps. Pour s'offrir successivement sous ces trois états, l'eau n'a besoin que d'acquérir ou de perdre quelques-unes de ses propriétés secondaires, bien qu'elle conserve toujours ses propriétés générales.

Les corps sont simples ou composés. Les corps simples se rencontrent rarement dans la nature ; ils sont presque toujours le produit de l'art, et même on ne les nomme *simples* que parce que l'art n'est point parvenu à les décomposer. Aujourd'hui, les corps regardés comme simples sont les suivans :

L'oxigène, le chlore, l'iode, le brôme, le fluore, le soufre, l'hydrogène, le bore, le carbone, le phosphore, l'azote, le silicium, le sélénium, le zirconium, l'aluminium, l'yttrium, le glucinium, le cadmium, le thorinium, le lithium, le magnésium, le calcium, le strontium, le barium, le sodium, le potassium, le manganèse, le zinc, le fer l'étain, l'arsenic, le molybdène, le chrôme, le tungstène, le columbium, l'antimoine l'urane, le cérium, le cobalt, le titane, le bismuth, le cuivre, le tellure, le nickel, le plomb le mercure, l'osmium, l'argent, le rhodium, le palladium, l'or, le platine et l'iridium.

Les corps composés se rencontrent partout; ils forment la masse du globe et celle de tous les êtres qui se voient à sa surface.

Certains corps ont une composition constante, c'est-à-dire qui ne change pas, à moins de circonstances éventuelles; il est au contraire des corps dont la composition change à chaque instant.

Cette différence des corps et extrêmement importante; elle les partage naturellement en deux classes : les corps dont la composition est constante se nomment *corps bruts, inertes, inorganiques;* les corps dont les élémens varient continuellement sont appelés *corps vivans, organisés.*

Une habitude scholastique a depuis long-temps consacré l'usage d'établir, dans les ouvrages élémentaires, les différences principales qui existent entre les corps bruts et les corps vivans. Nous nous conformerons à cet usage, tout en faisant remarquer qu'on pourrait s'y soustraire sans grand inconvénient.

Les corps bruts et les corps organisés diffèrent entre eux sous le rapport 1° de la forme, 2° de la composition, et 3° des lois qui président à leurs changemens d'état. Le tableau suivant en présente les différences les plus tranchées.

Différences des corps bruts et des corps vivans.

Forme.

Corps bruts.	Forme anguleuse. Volume indéterminé.	Corps vivans.	Forme arrondie. Volume déterminé.

Composition.

Corps bruts.	Quelquefois simples. Rarement formés de plus de trois élémens. Constans. Chaque partie pouvant exister indépendamment des autres. Pouvant être décomposés et recomposés.	Corps vivans.	Jamais simples. Au moins quatre élémens. Souvent huit ou dix. Variables. Chaque partie plus ou moins dépendante du tout. Pouvant être décomposés, mais point recomposés.

Lois qui les régissent.

Corps bruts.	Soumis entièrement à l'attraction et à l'affinité chimique.	Corps vivans.	Soumis à l'attraction et à l'affinité chimique, mais présentant plusieurs phénomènes qui ne peuvent être rapportés ni à l'une ni à l'autre de ces forces.

Parmi ces divers caractères différentiels, il en est qui souffrent de nombreuses exceptions, et d'autres qui peut-être disparaîtront dans peu : par exemple, nous avons dit que les corps vivans peuvent bien être décomposés, mais que l'on ne peut les reconstruire; cependant la chimie est parvenue à reproduire quelques-unes des combinaisons qui ne se rencontrent que dans des corps organisés : il est possible qu'elle aille plus loin.

Les corps vivans se divisent en deux classes : l'une comprend les végétaux, l'autre les animaux.

Différences des végétaux et des animaux.

VÉGÉTAUX.	ANIMAUX.
Sont fixés au sol.	Se meuvent à la surface du sol.
Ont le carbone pour base principale de leur composition.	Ont l'azote pour base de leur composition.
Composés de quatre ou cinq élémens.	Souvent composés de huit ou dix élémens.
Trouvent et prennent autour d'eux leurs alimens.	Ont besoin d'agir sur leurs alimens pour les rendre propres à les nourrir.

Les animaux sont extrêmement nombreux et très-diversifiés. Les grandes différences qu'ils offrent établissent les classes ou leur classification. (*Voyez* le Tableau n° I).

Cette manière de disposer les animaux n'est fondée que sur des formes et des caractères pour ainsi dire superficiels. Quand on connaîtra mieux les fonctions et les phénomènes physiologiques, il est probable qu'elle subira de nombreuses modifications.

Quoi qu'il en soit, l'homme fait partie de la classe des mammifères, classe qui se compose elle-même d'un assez grand nombre de divisions, comprenant chacune des animaux distincts. (*Voyez* le Tableau n° II.)

L'homme, zoologiquement parlant, est donc un mammifère ; il en présente tous les caractères, mais il se distingue des animaux de cette classe par des propriétés tranchées, et surtout par la nature de son intelligence et la supériorité de ses instincts.

Cependant, sous ces rapports même, il y a de grandes différences entre les hommes. Ces différences portent soit sur les diverses variétés de l'espèce humaine, soit sur les facultés des individus d'une même variété. Il y a des races d'hommes qui semblent différer peu des animaux. (*Voyez* le Tableau n° III.)

Jusqu'ici la physiologie s'est pour ainsi dire occupée spécialement de la variété dont nous faisons partie. Il serait à désirer qu'elle traitât en général de l'homme, abstraction faite de la variété à laquelle il appartient, ce qui supposerait la connaissance de la physiologie de chaque espèce en particulier; mais nous sommes encore loin de pouvoir tenter une pareille entreprise.

STRUCTURE DU CORPS DE L'HOMME.

Si nous voulons parvenir à connaître les phénomènes que présente l'homme vivant, nous devons d'abord prendre quelques notions sur la manière dont son corps est construit, et acquérir quelques données sur les diverses substances qui le composent.

Or, l'examen le plus superficiel apprend que le corps de tout animal, de tout être vivant, et sous ce rapport l'homme n'en diffère point, est composé de *fluides* et de *solides*. La proportion des fluides l'emporte de beaucoup sur celle des solides. Si le corps d'un homme du poids de 120 livres est exposé à des causes qui en séparent les fluides, ce poids peut être réduit, par la simple dessiccation, à 10 livres : cette dessiccation pourrait être poussée beaucoup plus loin ; car, si on soumettait le résidu à une forte calcination, on le réduirait encore considérablement ; peut-être n'en resterait-il pas une livre. Au commencement de son existence l'animal n'est formé que de liquide.

Dans l'animal vivant et déjà développé, les fluides sont, pour la plus grande partie, combinés ou simplement imbibés dans les parties solides dont ils déterminent le volume, la forme, et en général les propriétés physiques. Une autre partie des fluides est contenue soit dans les canaux où ils se meuvent, soit dans les cavités plus ou moins spacieuses où ils séjournent.

On n'a eu jusqu'à présent que des connaissances très-imparfaites sur le mode de réunion des fluides et des solides, mais nous devons espérer beaucoup sous ce rapport des progrès rapides de la chimie organique.

SOLIDES DU CORPS HUMAIN.

Les solides du corps affectent une foule de formes différentes; ce sont ces solides qui forment les organes, les tissus, les parenchymes; leur analyse mécanique apprend qu'ils peuvent se réduire en petites fibres, lamelles ou en petits grains. En les regardant au microscope, ils apparaissent comme des assemblages divers de petites molécules dont les dimensions ont été estimées approximativement un 300e de millimètre (1). Ces molécules ont beaucoup de ressemblance avec celles que présentent plusieurs fluides (2).

Si la marche de l'esprit dans les études physiologiques eût été guidée par la raison, on aurait dû d'abord fixer d'une manière précise les propriétés physiques et chimiques des divers tissus et des fluides qui composent notre corps; une fois cette connaissance acquise, il aurait été plus facile de distinguer et d'étudier les propriétés que la vie ajoute ou enlève à nos élémens. Telle n'a point été la marche suivie; la physique et la chimie sont demeurées à peu près étrangères aux physiologistes, et plusieurs préjugés nuisibles se sont introduits parmi les bases de la science.

Cependant rendons grâce à Bichat d'avoir fait une tentative en ce genre. Fécondant l'heureuse idée de notre vénérable Pinel, sur la distinction des élémens solides de l'économie animale en systèmes, il a fondé l'anatomie générale, et cherché à reconnaître les propriétés physiques et chimiques des organes et de leurs élémens. Malheureusement à l'époque où il écrivait il n'a pu recueillir que des renseignemens superficiels et insuffisans. Sous ce point de vue, la science a besoin, même aujourd'hui, d'une rénovation complète. Aussi le tableau suivant, qui offre la classification des divers tissus de l'économie animale, ne peut-il, malgré les améliorations qu'il a subies depuis Bichat, être regardé que comme approximatif et provisoire.

---

(1) Il ne faut pas confondre ces molécules visibles avec les *atomes ou particules*, qui, selon les physiciens et les chimistes, forment tous les corps. Celles-ci sont de simples abstractions commodes pour expliquer plusieurs phénomènes physiques ou chimiques. Dans la réalité, on ne sait rien de la disposition intime de la matière dans les corps; elle est hors de la portée de nos sens, comme les animaux infusoires, les globules des fluides, etc., s'y trouvaient avant l'invention du microscope. Celui qui découvrirait un instrument au moyen duquel on apercevrait l'arrangement intime de la matière, agrandirait beaucoup le champ des connaissances humaines, et serait illustre à jamais.

(1) Les anciens croyaient que tous les solides organiques peuvent être ramenés, en dernière analyse, à une fibre simple; ils la supposaient formée de terre, d'huile et de fer. Haller, qui admettait cette idée des anciens, convient que cette fibre n'est visible que pour les yeux de l'esprit : c'est comme s'il avait dit qu'elle n'existe point; et c'est ce dont personne ne doute aujourd'hui.

Invisibilis est ea fibra : solâ mentis acie distinguimus.
Élém. physiol., tom. Ier.

Les anciens admettaient encore des fibres secondaires, qu'ils supposaient formées par des modifications particulières de la fibre simple. De là, la fibre *nerveuse, musculeuse, parenchymateuse* et *osseuse*.

Chaussier a proposé de reconnaître quatre espèces de fibres, qu'il nomme *laminaire, nervale, musculaire* et *albuginée*.

Toutes ces distinctions subtiles sont à peu près inutiles.

TABLEAU DES TISSUS DU CORPS DE L'HOMME.

1.	Systèmes	cellulaire.	
2.		vasculaire.	artériel. veineux. lymphatique.
3.		nerveux.	cérébral. des ganglions.
4.		osseux.	
5.		fibreux.	fibreux. fibro-cartilagineux. dermoïde.
6.		musculaire.	volontaire. involontaire.
7.		érectile.	
8.		muqueux.	
9.		séreux.	
10.		corné ou épidermique.	pileux. épidermoïde.
11.		parenchymateux.	glandulaire.

Ces systèmes, en s'associant entre eux et avec les fluides, composent les *organes* ou les *instrumens* de la vie. Quand plusieurs organes tendent, par leur action, vers un but commun, on nomme leur ensemble *appareil*. Le nombre des appareils, leur disposition, leurs usages, établissent les principales différences qui existent entre les animaux.

Propriétés physiques des organes.

L'examen des propriétés physiques des organes montre qu'ils possèdent la plupart de celles qui se voient dans les corps inorganiques : les divers degrés de dureté depuis celle des silex jusqu'à la mollesse prononcée, l'élasticité, la transparence, la réfringence des couleurs et des formes extrêmement variées, etc., toutes ces propriétés jouent un rôle important durant la vie; celle-ci même, dans certains cas, repose sur leur intégrité.

Envisagé sous le même rapport, le corps de l'homme offre plusieurs arrangemens qui ne laissent point douter de la nécessité des connaissances physiques pour se livrer à l'étude de la vie. On y voit une véritable lunette assez compliquée dans sa construction; un instrument de musique; un appareil acoustique; une machine hydraulique des plus ingénieusement disposée pour mouvoir circulairement un fluide; une mécanique admirable par la multiplicité des pièces qui la composent, sa solidité et la diversité des mouvemens qu'elle permet, etc.

Parmi les propriétés physiques des tissus organiques, il en est qui méritent une attention spéciale, parce qu'elles sont communes à tous les tissus, qu'elles sont continuellement en jeu durant la vie, et qu'elles président à l'exercice de plusieurs fonctions. Il est d'autant plus nécessaire de les signaler à l'étude des commençans, qu'elles sont révoquées en doute par la plupart des physiologistes actuels.

L'une des plus remarquables, et sur laquelle j'ai appelé naguère l'attention des physiologistes, est la propriété de *s'imbiber* qui existe dans tous les tissus de l'économie. Que l'on mette un liquide quelconque en contact avec un organe, une membrane,

un tissu, dans un temps plus ou moins court le liquide aura passé dans les aréoles de l'organe ou du tissu, comme il aurait pénétré dans les cellules d'une éponge ou dans celles d'une pierre poreuse. Il y aura des variations pour la durée de l'imbibition qui dépendront de la nature du liquide, de sa température, de l'espèce de tissu qui doit s'imbiber, mais dans tous les cas l'imbibition aura lieu. Sous ce rapport, il y a des tissus qui sont de véritables éponges, et qui absorbent avec une grande promptitude : tels sont les membranes séreuses et les petits vaisseaux; d'autres tissus résistent quelque temps avant de se laisser pénétrer : par exemple, l'épiderme.

Cette propriété physique appartient non-seulement aux animaux, mais à tous les êtres organisés; elle exerce une influence évidente sur la plupart des phénomènes de la vie.

M. Dutrochet a observé un fait curieux relatif à l'imbibition : qu'une membrane soit mise en contact par ses deux faces avec deux liquides de viscosité différente, le liquide le moins visqueux passe à travers la membrane, et va se mêler avec le liquide le plus visqueux, jusqu'à ce que la viscosité de celui-ci soit très-diminuée; alors une partie de liquide, dont la viscosité est diminuée, passe à son tour en sens inverse à travers la membrane, et les deux liquides acquièrent une viscosité égale. M. Dutrochet appelle le premier phénomène *endosmose*, et le second *exosmose*. Ces phénomènes ont besoin d'être soumis à de nouvelles recherches; car l'auteur de cette découverte s'en est exagéré l'importance, et s'est engagé dans des suppositions qui l'ont détourné de la marche expérimentale qu'il n'aurait pas dû abandonner.

M. Chevreul a fait, touchant l'imbibition, une observation intéressante : plusieurs de nos tissus doivent leurs propriétés physiques à l'eau qu'ils retiennent, c'est-à-dire à l'eau dont ils sont imbibés. Si cette eau leur est enlevée, ils changent, et deviennent impropres aux usages qu'ils remplissent durant la vie. Ils récupèrent aussitôt leurs propriétés dès qu'ils sont mis en contact avec de l'eau, et qu'ils s'en pénètrent. Ils peuvent ainsi perdre et reprendre un grand nombre de fois leurs propriétés physiques.

Une autre propriété à laquelle les physiologistes ont donné peu ou point d'attention, appartient aux membranes. Les lamelles qui les composent sont tellement disposées que les gaz les traversent sans éprouver beaucoup d'obstacle. Si vous prenez une vessie, et que vous la remplissiez de gaz hydrogène pur, et qu'ensuite vous la laissiez en contact avec l'atmosphère, au bout de très-peu de temps l'hydrogène aura perdu sa pureté, et sera mêlé d'air atmosphérique qui aura pénétré dans la vessie. Ce phénomène est d'autant plus rapide, que la membrane est plus mince et moins dense. Il préside à l'un des actes les plus utiles de la vie : la respiration. Il persiste après la mort.

Il est encore une propriété physique que nos tissus et notre corps tout entier partagent avec les corps qui ne sont pas doués de la vie. Je veux parler de l'évaporation de la partie liquide de nos organes: dès que nous nous trouvons dans les circonstances favorables à l'évaporation, aussitôt ce phénomène se montre comme cela arriverait à tout composé solide et liquide; l'eau de nos humeurs est réduite en vapeur, et la perte que nous faisons de cette manière est d'autant plus forte, que les conditions physiques environnantes sont plus favorables à l'évaporation. Cet effet tout physique a une telle influence sur la vie de certains animaux, qu'ils meurent en quelques instans si l'évaporation de leurs liquides se fait avec trop de rapidité.

De quelle manière nos tissus se comportent-ils relativement au magnétisme, à l'électricité et à la chaleur? Sont-ils bons ou mauvais conducteurs de ces principes, et à quels degrés? Comment se fait la distribution de ces corps impondérables dans nos divers parenchymes? Ce sont autant de questions à résoudre, et qui méritent l'attention des physiciens et des physiologistes instruits.

Propriétés chimiques des organes.

Examiné sous le point de vue chimique, notre corps offre une foule de phénomènes où l'on ne peut méconnaître ce caractère; ici, comme dans les organes digestifs, c'est un arrangement qui est presqu'en tout semblable à ces appareils que l'on monte dans les laboratoires de chimie pour obtenir certains produits. Là, comme dans les poumons, c'est un appareil de combustion, un véritable fourneau, où, par un artifice très-simple, le combustible est brûlé lentement de manière à produire une chaleur uniforme et constante; ailleurs, ce sont des productions variées de composés, utiles, soit comme réactifs, soit comme résidus devant être expulsés, etc., etc.

Si nous envisageons la composition chimique de notre corps, nous remarquerons qu'il est formé d'élémens qui forment par leurs diverses combinaisons tantôt des composés semblables à ceux de la nature inorganique, tels que l'eau, l'acide carbonique, les chlorures de sodium et de calcium, etc., et tantôt des composés qui ne se rencontrent que dans les corps organisés.

Élémens qui entrent dans la composition chimique des organes.

Seize corps simples ou élémens ont seuls la propriété d'entrer dans la composition des animaux. Les autres élémens, dans certaines circonstances, peuvent bien traverser l'organisation animale, mais ils ne s'y arrêtent point, ou y deviennent bientôt nuisibles.

Élémens solides.

Phosphore, soufre, carbone, fer, manganèse, silicium, magnésium, calcium, aluminium, potassium, sodium, iode.

Élémens gazeux.

Oxigène, hydrogène, azote, chlore.

Élémens incoërcibles.

La calorique, la lumière, les fluides électrique et magnétique.

Ces divers élémens, combinés entre eux trois à trois, quatre à quatre, etc., suivant des lois encore ignorées, forment ce qu'on nomme les *principes immédiats des animaux.*

Principes immédiats du corps de l'homme.

Les matériaux ou principes immédiats sont distingués en *azotés* et non *azotés.*

Les principes azotés sont : l'albumine, la fibrine, la gélatine, le mucus, le caséum, l'urée, l'acide urique, l'osmazôme, le principe colorant rouge du sang, le principe colorant jaune.

Les principes non azotés sont : l'oléine, la stéarine, la matière grasse du cerveau et des nerfs, l'acide acétique, l'acide benzoïque, l'acide lactique, l'acide oxalique, l'acide rosacique, le sucre de lait, le sucre des diabètes, le picromel, la cholesterine, les principes colorans de la bile, et des autres liquides ou solides qui deviennent colorés accidentellement.

Les principes immédiats organiques sont en général formés de trois ou quatre élémens, l'oxigène, l'azote, l'hydrogène, le carbone. Les trois premiers, étant gazeux à l'état libre, tendent continuellement à abandonner la forme solide, et cette tendance est encore augmentée par la température propre au corps vivant, et par l'affinité

qui sollicite l'hydrogène et l'oxigène à s'unir pour former de l'eau, l'oxigène et le carbone, pour former de l'acide carbonique, et l'azote et l'hydrogène, pour produire de l'ammoniaque. D'un autre côté, le carbone et l'hydrogène, ne trouvant pas dans l'organisation assez d'oxigène pour se convertir en acide carbonique, ces corps ont une tendance évidente à absorber l'oxigène de l'atmosphère, et cette disposition s'accroît encore par l'élévation de température du corps, et par le contact de l'eau, qui diminue la cohésion des composés et favorise ainsi leurs nouvelles combinaisons. De ces diverses causes résulte ce fait, connu depuis long-temps, que le cadavre des animaux a une grande disposition à se décomposer, par l'effort continuel que font ses élémens pour reprendre l'état qui leur est départi d'après les lois générales de la nature.

DES FLUIDES OU HUMEURS.

Les *fluides* du corps des animaux, et particulièrement ceux du corps de l'homme, sont en proportions très-considérables, relativement aux solides : dans l'homme adulte il sont :: 9 : 1. Chaussier mit dans un four un cadavre pesant cent vingt livres ; après plusieurs jours de dessiccation, il se trouva réduit à douze livres. Des cadavres ensevelis depuis long-temps dans les sables brûlans des déserts de l'Arabie présentent une diminution de poids extraordinaire.

Les *fluides* du corps de l'homme sont tantôt contenus dans des vaisseaux, où ils se meuvent de diverses manières; tantôt dans des aréoles ou vacuoles, où ils semblent être en dépôt ; d'autres fois ils sont placés dans de grandes cavités, où ils font un plus ou moins long séjour. Enfin dans le plus grand nombre des cas ils sont imbibés dans le tissu des solides, dont ils sont alors une partie essentielle.

Listes des liquides ou *humeurs du corps de l'homme.*

1°. Le *sang.*	Le plus utile de tous les liquides par sa quantité, sa nature, ses propriétés vitales; source de toutes les autres humeurs ; sa privation entraîne immédiatement la mort, et ses altérations sont suivies de troubles graves dans l'exercice des fonctions.
2°. La *lymphe.*	Sorte de sang imparfait qu'on trouve fréquemment en petite quantité dans un ordre particulier de vaisseaux, et dont les usages sont peu connus.
3°. Le *liquide céphalo-spinal.*	Entoure le système nerveux central et en remplit les cavités.
4°. Les *humeurs aqueuses et vitrées de l'œil.* 5°. Le *cristallin.* 6°. L'*humeur noire de la choroïde.*	Servent à la vue, par leurs propriétés physiques.
7°. *Liquide labyrintique de l'oreille.*	Usage inconnu.
8°. La *graisse.*	Entoure les organes et les protége par ses propriétés physiques.
9°. *La moelle et le suc médullaire.*	Remplit les cavités et les cellules des os.
10°. *Synovie.*	Favorise les mouvemens, en diminuant les frottemens des surfaces mobiles en contact.

11°. *Sérosité du tissu cellulaire.*	Usage analogue à celui de la synovie.
12°. *Sérosité des membranes séreuses.*	Lubrifie la surface de ces membranes.
13°. *Le liquide qui s'évapore à la surface de la peau ou la sueur.*	Contribue à maintenir égale la température du corps.
14°. L'*humeur onctueuse de la peau.*	Favorise ses contacts répétés avec les corps extérieurs.
15°. Le *mucus.*	Revêt les membranes muqueuses et les garantit des contacts nuisibles.
16°. Le *suc gastrique.*	Dissout les alimens dans l'estomac.
17°. L'*humeur de la transpiration pulmonaire.*	Concourt à la respiration.
18°. *Liquide qui remplit les cellules du thymus.* 19°. *Liquide du corps thyroïde.* 20°. *Liquide qui remplit la cavité des capsules surrénales.*	Usage inconnu.
21°. *Chassie.*	Facilite les mouvemens des paupières et de l'œil.
22°. *Cérumen.*	Protége le conduit auditif.
23°. L'*humeur de la racine des poils.*	Entretient leur flexibilité.
24°. *Humeur sébacée de la surface extérieure des organes de la génération.*	Favorise les frottemens, s'oppose aux effets des pressions qu'ont à supporter les organes génitaux.
25°. Les *larmes.*	Protégent l'œil, sont un moyen d'expression.
26°. La *bile.* 27°. Le *suc pancréatique.*	Concourent à la digestion.
28°. L'*urine.*	Résidu des opérations chimiques du corps.
29°. Le *chyle.*	Fluide nutritif extrait des alimens.

Tous ces liquides et quelques autres qui ne sont pas indiqués sont communs aux deux sexes.

Les fluides propres à l'homme sont :

1°. L'humeur de la prostate.	Contribue à la fécondation.
2°. Le fluide des glandes sous-prostatiques.	Usage inconnu.
3°. Le sperme.	Fluide fécondant.

Les fluides particuliers à la femme sont :

1°. Le *lait.* Ce fluide, nourricier de la première enfance, se voit quelquefois chez l'homme.

2°. Le fluide des vésicules de l'ovaire. 3°. Le liquide du corps jaune. 4°. *Id.* du chorion. 5°. *Id.* de l'amnios. 6°. *Id.* de la vésicule ombilicale.	Utiles à la génération.

De tout temps, on a mis une grande importance à classer méthodiquement les fluides ; et selon que telle ou telle doctrine florissait dans les écoles, on créa des classifications, fondées sur ces doctrines. Les anciens, qui donnaient une grande importance aux quatre élemens, disaient qu'il y avait quatre humeurs principales, le *sang*, la *lymphe* ou *pituite*, la *bile jaune*, la *bile noire* ou l'*atrabile;* ces quatre humeurs correspondaient aux quatre élémens, aux quatre saisons de l'année, aux quatre parties du jour, aux quatre tempéramens.

A différentes époques, on a substitué d'autres divisions à cette classification des anciens. Ainsi on a établi trois classes de liquides : 1° le *chyme* et le *chyle ;* 2° le *sang;* 3° les *humeurs émanées du sang*. Quelques auteurs se sont contentés de former deux classes : 1° liqueurs *premières*, *alimentaires* ou utiles ; 2° liqueurs secondaires ou inutiles. Par la suite on distingua : 1° des humeurs *récrémentitielles*, c'est-à-dire des humeurs destinées, après leur formation, à servir à l'alimentation du corps ; 2° *excrémentitielles,* ou humeurs qui doivent être chassées de l'économie ; 3° des humeurs qui ont à la fois les deux caractères participant des deux classes, et que, pour cette raison, on nomma *excrémento-récrémentitielles*. Plusieurs habiles chimistes ont classé les humeurs d'après la considération de leur nature intime : ils ont établi des humeurs *albumineuses*, *fibrineuses*, *savonneuses*, *aqueuses*, *alcalines*, *acides*, etc. L'une des meilleures classifications des liquides du corps de l'homme est celle de Chaussier (1) : elle est particulièrement fondée sur le mode de leur formation.

Voici cette classification :

1° Le *sang*.

2 La *lymphe*.

3° Les fluides *perspiratoires*, qui comprennent les humeurs de la transpiration cutanée, la transpiration des membranes muqueuses, séreuses, synoviales, du tissu cellulaire, des cellules graisseuses, des membranes médullaires, de l'intérieur de la thyroïde, du thymus, de l'œil, de l'oreille.

4° Les fluides *folliculaires :* l'humeur graisseuse de la peau, le cérumen, la chassie, le mucus des glandes et des follicules muqueux, celui des amygdales, des glandes du cardia et des environs de l'anus, celui de la prostate, etc.

5° Les fluides *glandulaires :* les larmes, la salive, le fluide pancréatique, la bile, l'urine, le fluide des glandes de Cowper, le sperme, le lait, le liquide contenu dans les capsules surrénales, celui des testicules et des mamelles des nouveau-nés.

Le *chyme* et le *chyle*.

Mais le nombre de nos humeurs n'est pas assez grand pour qu'une classification soit indispensable, il n'y a aucune difficulté à les étudier isolément ; une fois connues individuellement, toute classification devient superflue ; car les classifications ne sont utiles qu'en facilitant l'étude des détails particuliers.

Propriétés physiques des fluides.

Les propriétés physiques des fluides sont pour beaucoup dans la vie ; nous devons y donner une attention spéciale, et nous ne manquerons pas de le faire dans l'exposé de chaque fonction. Les propriétés que nous signalerons ici comme devant être remarquées sont la *viscosité*, la *transparence*, la *couleur*, l'*odeur*, etc.

---

(1) Voyez la *Table synoptique des Fluides*, par Chaussier.

Les fluides visqueux se rencontrent partout où il y a des membranes à préserver, des frottemens à diminuer et des surfaces polies à lubrifier.

La transparence se voit particulièrement dans les fluides de l'organe au moyen duquel nous agissons sur la lumière; cependant plusieurs autres fluides présentent aussi ce caractère à un degré plus ou moins prononcé.

Les couleurs des fluides sont peu variées, plusieurs même n'en ont point. Le rouge, plus ou moins foncé, le jaune et le noir, telles sont les couleurs les plus généralement répandues; encore ces couleurs appartiennent-elles seulement à deux matières colorantes, qui, par leurs diverses modifications, produisent toutes les autres nuances.

Les odeurs des fluides sont au contraire très-nombreuses et très-variées.

Certains fluides offrent au microscope un spectacle remarquable : ce sont des myriades de globules dont la forme est régulière, et la grandeur sensiblement constante. Ces globules se rencontrent particulièrement dans le sang, la lymphe, le chyle et le lait. Un autre fluide, le sperme, présente un phénomène encore plus étonnant : si on en place une goutte au foyer d'un microscope, on y voit un grand nombre de petits animaux qui s'y meuvent avec agilité; mais l'existence de ces êtres singuliers est loin d'être aussi constante que celle des globules dont nous venons de parler. Ils ne se rencontrent que durant un certain temps de la vie, et en général pendant l'état de santé.

Propriétés chimiques des fluides.

Il est d'un haut intérêt pour le physiologiste de connaître les qualités chimiques des fluides : plusieurs actes principaux de la vie dépendent immédiatement de ces propriétés; malheureusement cette partie de la science est encore peu avancée. Cependant la chimie nous a déjà fourni un assez bon nombre de renseignemens précieux sur cette question capitale.

Nous savons que la composition des fluides ne diffère pas essentiellement de celle des solides : on y trouve les mêmes principes immédiats et les mêmes élémens. En chassant par l'évaporation une partie de l'eau que contiennent plusieurs fluides, on obtient une matière demi-solide qui a la plus grande analogie de composition avec les solides véritables; ceci n'a rien qui doive surprendre, puisque l'un des phénomènes propres aux corps vivans est la continuelle transformation des fluides en solides, et des solides en fluides.

La plupart des fluides exhalent de l'acide carbonique et absorbent l'oxigène de l'air; en général les élémens des fluides ont une plus grande tendance à la décomposition que les solides; aussi est-ce parmi les principes immédiats des fluides que se rencontrent ceux qui contiennent le plus d'azote, tels que le caséum, l'urée, et qui se décomposent le plus rapidement.

PROPRIÉTÉS VITALES.

Outre les propriétés physiques et chimiques que présentent les solides et les fluides de l'économie, plusieurs phénomènes dont on n'observe aucune trace dans les corps inertes, s'y laissent aisément remarquer et forment les caractères essentiels de la vie. Il eût été sage d'étudier isolément chacun de ces phénomènes, et d'acquérir ainsi une notion exacte des attributs spéciaux des corps vivans; mais pour obtenir un pareil résultat, qui aurait été la source d'une infinité d'utiles applications, il aurait fallu que l'on eût séparé avec soin dans l'être vivant ce qui est physique ou chimique, de ce

qui est purement vital; or, cette distinetion n'a jamais pu être faite, en raison de l'imperfection des moyens d'analyse physique; et même aujourd'hui que ces moyens ont acquis une certitude et une précision plus grandes qu'à aueune autre époque, cette distinetion serait encore d'une très-grande difficulté, et demanderait, pour être exécutée, un esprit doué d'un génie particulier. Cette marche n'a donc pas été suivie : on a établi ou plutôt *imaginé des propriétés vitales*, et on n'a rien moins qu'affirmé qu'au moyen de ees propriétés les corps vivans *étaient en lutte perpétuelle avec les lois générales de la nature*; absurdité des plus fortes qu'ait jamais enfantées l'esprit humain.

Comment les aneiens, qui ont admis eette prétendue lutte du *microcosme* ou petit monde contre le *macrocosme* ou grand monde, pouvaient-ils en avoir la moindre notion, eux qui ignoraient à la fois et les lois de la nature inorganique et celles de la nature vivante? Aujourd'hui que les seienees physiques existent, et qu'elles nous enseignent plusieurs lois naturelles très-importantes, nous voyons au eontraire que ees lois exercent évidemment leur influence sur les animaux. A la vérité les organes vivans présentent des phénomènes qui ne peuvent point s'expliquer par les lois physiques ; mais il ne s'ensuit pas qu'il y ait lutte entre les uns et les autres; qu'y a-t-il d'opposé entre la sensibilité et la pesanteur, entre la contractilité et l'affinité chimique? Ces ehoses sont différentes, voilà tout.

Les propriétés vitales, généralement admises, ont reçu des noms différens :

1o. *Sensibilité organique*, végétative, nutritive, moléeulaire.

2o. *Contractilité organique* insensible, nutritive, fibrillaire, ton, tonicité.

3o. *Sensibilité cérébrale*, animale, percevante, de relation, etc.

4o. *Contractilité organique sensible*, irritabilité, mouvement vermiculaire.

5°. *Contractilité volontaire*, animale, de relation, ete.

De ces propriétés, les unes sont présentées comme si elles étaient communes à tous les corps vivans, les autres sont particulières à quelques parties des animaux.

Si elles existaient réellement, les premières mériteraient seules le nom de propriétés vitales, puisqu'elles signaleraient la vie partout où elle existe; mais, bien loin d'avoir ce caraetère, les propriétés vitales, dites *sensibilité organique* ou moléculaire, *contractilité* organique, *sensible*, n'existent point. Elles ont été imaginées par les physiologistes pour donner raison de phénomènes hors de la portée de nos sens, et par conséquent inconnus. Nos organes se nourrissent ; nous ignorons comment cet acte vital est aceompli : pour le savoir, il faudrait faire des expérienees, et inventer des instrumens qui soumettraient à notre examen des ehoses que nos sens n'atteignent pas ; on a trouvé plus simple et surtout plus facile de faire un roman. « Les organes, » dit-on, sont eomposés de *molécules;* ees moléeules sont *sensibles* (supposition gra- » tuite); elles *distinguent* dans les fluides nourriciers qui les approchent les élémens » qui peuvent réparer les pertes (voilà les moléeules n'étant plus seulement sensi- » bles, mais doués de discernement). » Mais en supposant les moléeules capables de *discerner* les matériaux réparateurs, il n'y avait que la moitié des phénomènes expliqués; il fallait qu'elles pussent s'en emparer. La difficulté a été levée en inventant la *contractilité insensible*. Au moyen de eette seconde propriété, la molécule complète sa nutrition, bien qu'il ne soit pas faeile de eomprendre par quels genres de mouvement une molécule peut saisir des élémens nutritifs.

Qui ne voit dans eette petite histoire une simple métaphore de l'histoire d'un animal ou de l'homme lui-même. C'est l'anthropomorphisme des philosophes appliqué

aux molécules : le plus curieux, c'est que l'esprit puisse se contenter de semblable mystification.

Ce n'est pas tout, le roman va plus loin : il faut expliquer les maladies, qui ne sont que l'*exaltation* des propriétés vitales ou leur *affaiblissement* ou leur *perturbation;* de là la thérapeutique, qui a pour objet de *ramener les propriétés vitales à leur type normal.* Et voilà sur quels fondemens repose la médecine systématique. Les jeunes gens appelés par leur génie à perfectionner la science ne sauraient trop, en débutant dans les études, se garantir de pareilles erreurs. Il faut qu'ils s'accoutument de bonne heure à savoir se dire à eux-mêmes, *je ne sais pas :* c'est le premier pas de la plupart des découvertes.

Les autres propriétes vitales sont particulières à quelques animaux, et même seulement à quelques-unes de leurs parties: telle est la *contractilité organique sensible,* qui se voit au cœur, au canal intestinal, à la vessie, etc., mais qui ne s'observe point dans d'autres parties de l'économie.

La sensibilité cérébrale ou animale, comme disait Bichat, ainsi que la *contractilité volontaire,* n'ont été comptées au nombre des propriétés vitales que par un abus de mots; il est évident que ce sont des fonctions ou des résultats de l'action de plusieurs organes, qui ont, en agissant, un but commun.

Nous ne disons rien de la *force de résistance vitale,* de *situation fixe ,* de *l'affinité vitale,* de la *caloricité,* parce que ces prétendues propriétés, quoique proposées par des hommes de mérite, n'ont point excité l'attention des physiologistes, et qu'elles n'ont pas d'ailleurs plus de réalité que la plupart de celles dont nous venons de parler.

On n'a point heureusement appliqué aux fluides la doctrine des propriétés vitales, et cependant on est d'accord maintenant pour les considérer comme vivans. Mais on a été beaucoup plus sage pour les fluides que pour les solides; car on n'a établi qu'ils étaient doués de la vie, que sur les phénomènes sensibles qu'ils présentent. Ainsi, la fluidité qu'ils conservent tant qu'ils font partie du corps de l'animal; la manière dont quelques-uns s'organisent aussitôt qu'on les extrait des vaisseaux ; la faculté de produire de la chaleur, etc. : tels sont les principaux phénomènes qui, suivant les physiologistes modernes, dénotent que les fluides sont vivans. Il faut ajouter que tous les fluides animaux n'offrent point ces caractères. Le sang, le chyle, la lymphe, et quelques autres fluides destinés à la nutrition, sont les seuls qui les présentent. Les fluides excrémentitiels, tels que la bile, l'urine, l'humeur de la transpiration cutanée, etc., ne présentent rien d'analogue; aussi tout ce qu'on dit de la vie des fluides ne doit pas s'entendre de ces derniers.

CAUSES DES PHÉNOMÈNES VITAUX.

Dès la plus haute antiquité on a entrevu qu'une grande partie des phénomènes particuliers aux corps vivans ne suivent pas la même marche, ne sont pas soumis aux mêmes lois, que les phénomènes propres aux corps bruts.

On a assigné aux phénomènes des corps vivans une cause particulière. Cette cause a reçu différentes dénominations : Hippocrate la désignait par *phusis* (nature); Aristote, *principe moteur et générateur ;* Kaw, Boërhaave, *impetum faciens;* van Helmont, *archea,* Stahl, *âme ;* d'autres, *vis insita, vis vitæ,* principe vital, *force vitale ,* etc.

Que signifient toutes ces expressions ? On peut prendre à leur égard deux partis bien différens : les réaliser, en faire des êtres auxquels appartient le pouvoir de produire les phénomènes vitaux, voilà le premier; mais en le suivant ne ressemblerions-nous pas à ces sauvages qui, après avoir grossièrement sculpté une pierre, en font un dieu? Le second parti consiste à reconnaître que ces mots désignent la

cause ou les causes inconnues, et peut-être à jamais incompréhensibles, des actes de la vie; alors, il faut en convenir, la science n'a guère gagné quand ils ont été inventés.

De toutes les illusions dans lesquelles sont tombés quelques physiologistes modernes, l'une des plus déplorables est d'avoir cru, en forgeant un mot *principe vital*, ou *force vitale*, avoir fait quelque chose d'analogue à la découverte de la pesanteur universelle.

De même, disent-ils, que l'attraction préside aux changemens d'état des corps inertes, de même la force vitale régit les modifications des corps organisés; mais ils tombent dans une grave erreur, car la force vitale ne peut être comparée à l'attraction; les lois de cette dernière sont connues, celles de la force vitale sont ignorées. La physiologie en est justement, dans ce moment, au point où en étaient les sciences physiques avant Newton : elle attend qu'un génie du premier ordre vienne découvrir les lois de la force vitale, de la même manière que Newton a fait connaître les lois de l'attraction. La gloire de ce grand géomètre ne consiste pas à avoir découvert que les corps s'attirent, comme quelques-uns le croient, mais à avoir prouvé, par ses mémorables calculs, que l'*attraction agit en raison directe de la masse, et inverse du carré de la distance.*

Ce n'est pas au reste par des spéculations de cabinet qu'un pareil but peut être atteint; une connaissance exacte des sciences physiques, de nombreuses expériences sur les corps vivans sains ou malades, une logique sévère et forte, peuvent seules y faire parvenir.

Avant de commencer l'étude des phénomènes de la vie de l'homme, objet spécial de cet ouvrage, nous avons besoin de faire une remarque générale.

Quels que soient le nombre et la diversité des phénomènes que présente l'homme vivant, il est possible de les réduire, en dernière analyse, à deux principaux, qui sont, *la nutrition* et *l'action vitale*. Quelques mots sur chacun de ces phénomènes sont indispensables pour l'intelligence de ce qui suit.

La vie de l'homme et celle des autres corps organisés est fondée sur ce qu'ils s'assimilent habituellement une certaine quantité de matière qu'on nomme *aliment*. La privation de cette matière pendant un temps limité entraîne nécessairement la cessation de la vie. D'un autre côté, l'observation journalière apprend que le corps de l'homme, de même que celui de tous les êtres vivans, perd à chaque instant une certaine quantité de la matière qui le compose; c'est même sur la nécessité de réparer ces pertes habituelles que repose le besoin des alimens. De ces deux données, et de quelques autres que nous ferons connaître par la suite, on a conclu avec raison que les corps vivans ne sont point composés de la même matière à toutes les époques de leur existence; les anciens ont été jusqu'à dire que les organes subissent une rénovation totale, et qu'elle s'opère dans l'espace de sept ans. Sans admettre cette idée conjecturale, nous dirons qu'il est extrêmement probable que toutes les parties du corps de l'homme éprouvent un mouvement intestin, qui a pour double effet d'expulser les molécules (1) qui ont servi à composer les organes, et de les remplacer par des molécules nouvelles. Ce mouvement intime constitue la nutrition. Il ne tombe pas sous les sens; mais ses effets étant palpables, ce serait tomber dans un pyrrhonisme exagéré, que de le révoquer en doute. Il n'est susceptible d'aucune explication; il ne peut point être rapporté, dans l'état actuel de la physiologie, aux phénomènes que régit l'affinité chimique. Dire qu'il dépend de la sensibilité organique

---

(1) J'emploie ici le langage usité. S'il ne laissait croire qu'on sait quelque chose là où l'on ne sait véritablement rien, il faudrait convenir qu'il est commode.

et de la contractilité organique insensible, ou simplement de la force vitale, c'est exprimer le fait en termes différens sans rien éclaircir. Quoi qu'il en soit, c'est en vertu du mouvement nutritif ou de la nutrition, que les organes du corps de l'homme conservent leurs propriétés physiques, ou en changent. Nos différens organes présentant des propriétés physiques différentes, le mouvement nutritif doit varier dans chacun d'eux.

Indépendamment des propriétés physiques que présentent toutes les parties du corps, il en est un grand nombre qui offrent, soit d'une manière continue, soit à des époques plus ou moins rapprochées, un phénomène que je nomme *action vitale*. Par exemple, le foie forme continuellement un liquide qu'on nomme *bile;* il en est de même du rein pour l'urine. Les muscles, quand ils se trouvent dans de certaines conditions, se durcissent, changent de forme, en un mot, se contractent. Voilà ce que j'entends par actions vitales. Ces actions vitales jouent un rôle très-important dans la vie de l'homme et des animaux, et c'est sur elles que doit se fixer plus particulièrement l'attention du physiologiste.

L'action vitale est dans une dépendance évidente de la nutrition, et réciproquement la nutrition est influencée par l'action vitale. Un organe qui cesse de se nourrir perd en même temps la faculté d'agir; les organes dont l'action est le plus souvent répétée, ont une nutrition plus active : au contraire, ceux qui agissent peu ont un mouvement nutritif évidemment ralenti.

Le mécanisme de l'action vitale est ignoré : il se passe, dans l'organe qui agit, un mouvement intime insensible qui n'est pas plus susceptible d'explication que le mouvement nutritif.

Aucune action vitale, quelque simple qu'elle soit, ne fait exception à cet égard.

Tous les phénomènes de la vie peuvent donc se rattacher, en dernière analyse, à la nutrition et à l'action vitale; mais les mouvemens cachés qui constituent ces deux phénomènes ne tombant pas sous nos sens, ce n'est pas sur eux que doit porter notre attention; nous devons nous borner à étudier leurs résultats, c'est-à-dire les propriétés physiques des organes, les effets sensibles des actions vitales, et rechercher comment les uns et les autres concourent à la vie générale.

C'est, en effet, là l'objet de la physiologie.

Pour parvenir à ce but, on partage les phénomènes de la vie en différentes classes ou fonctions.

Les auteurs ont beaucoup varié pour la classification des fonctions. Sans nous arrêter ici à énumérer les différentes classifications adoptées aux diverses époques de la science, ce que d'ailleurs ne comporte pas la nature de cet ouvrage, nous dirons qu'on peut distinguer les fonctions en celles qui ont pour but de mettre l'individu en rapport avec les objets environnans, en celles qui ont pour objet la nutrition, et en celles qui ont pour objet la reproduction de l'espèce.

Nous nommerons les premières, *fonctions de relations;* les secondes, *fonctions nutritives*, et les troisièmes, *fonctions génératrices.*

La marche à suivre pour l'étude d'une fonction en particulier n'est pas indifférente. Voici celle que nous croyons d'avoir adopter :

1°. Idée générale de la fonction.

2°. Circonstances qui mettent en jeu l'action des organes, et que nous appelons *excitantes de la fonction.*

3°. Description anatomique sommaire des organes qui concourent à la fonction, ou de l'appareil.

4°. Étude de chaque action d'organe en particulier.

5°. Résumé général montrant l'utilité de la fonction.

6°. Rapports de la fonction avec celles qui ont été précédemment examinées.

7°. Modifications que présente la fonction, suivant l'âge, le sexe, le tempérament, les climats, les saisons, l'habitude.

DES FONCTIONS DE RELATIONS.

Les fonctions de relation se composent des *sensations*, de l'*intelligence*, de la *voix* et des *mouvemens*.

DES SENSATIONS.

Les sensations sont des fonctions destinées à recevoir des impressions de la part des objets extérieurs, et à les transmettre à l'intelligence. Ces fonctions sont au nombre de cinq : la *vision*, l'*audition*, l'*odorat*, le *goût* et le *toucher*.

DE LA VISION.

La vision est une fonction qui nous fait reconnaître la grandeur, la figure, la couleur, la distance, le mouvement des corps, etc.

Les organes qui composent l'appareil de la vision entrent en action sous l'influence d'un excitant particulier qu'on nomme *lumière*.

Nous apercevons les corps, nous prenons connaissance de plusieurs de leurs propriétés, quoique souvent ils soient fort éloignés de nous ; il faut donc qu'il y ait entre eux et notre œil un agent intermédiaire : cet intermédiaire, nous le nommons *lumière*.

La lumière est un fluide excessivement subtil, qui émane des corps nommés *lumineux*, tels que le soleil, les étoiles fixes, les corps en ignition (1), ceux qui sont phosphorescens, etc. (2).

La lumière est composée de molécules qui se meuvent avec une prodigieuse rapidité, puisque chacune d'elles parcourt environ 70 mille lieues par seconde.

On nomme *rayon de lumière* une série de molécules qui se succèdent sans interruption en ligne droite. Les molécules qui composent chaque rayon sont séparées par des intervalles considérables, relativement à leurs masses; ce qui permet à un très-grand nombre de rayons de se croiser en un même point, sans que les molécules puissent se choquer en se rencontrant.

La lumière qui part du corps lumineux forme des cônes divergens, qui, s'ils ne rencontraient point d'obstacles, se prolongeraient indéfiniment. Les physiciens ont conclu de là que l'intensité de la lumière qui se trouve dans un lieu quelconque, est en raison inverse du carré de la distance du corps lumineux d'où elle part. Les cônes que forme la lumière en sortant des corps lumineux sont en général nommés

---

(1) Tous les corps peuvent devenir lumineux quand leur température est élevée à plus de 500 degrés centig.

(2) En fait, on ne sait rien de la nature intime de la lumière ; on devrait tout simplement en convenir, et se borner à en étudier les propriétés ; cette marche serait logique ; mais notre esprit ne procède point ainsi, il lui faut une supposition sur laquelle il semble se reposer et s'endormir ; on *suppose* donc, d'après Newton, que la lumière *émane*, sous forme de *molécules*, des corps lumineux, etc. Descartes avait fait une autre hypothèse ; il *supposait* l'espace rempli par un fluide très-subtil, l'éther ; il *supposait*, en outre, que les corps lumineux mettaient en vibrations ou en ondulations cet éther onduleux, qui était la lumière. L'hypothèse des ondulations reprend force depuis quelque temps, parce qu'elle rend raison de phénomènes inexplicables dans l'hypothèse de l'émanation, et qu'elle se prête mieux à l'analyse mathématique.

faisceaux de lumière, et on désigne par le nom de *milieux* les corps dans lesquels la lumière se meut.

Quand la lumière rencontre dans sa marche certains corps qu'on nomme *opaques*, elle est repoussée, et sa direction se trouve modifiée suivant la disposition de ces corps.

On appelle *réflexion* le changement que subit la marche de la lumière dans ce cas. L'étude de la réflexion constitue cette partie de la physique qui a été nommée *catoptrique*.

Certains corps se laissent traverser par la lumière, par exemple le verre : on les appelle *transparens* ou *diaphanes*. En les traversant, la lumière y subit un certain changement qui se nomme *réfraction*. Comme le mécanisme de la vision repose entièrement sur les principes de la réfraction, il est important que nous nous arrêtions quelques instans à leur examen.

Le point par lequel un rayon de lumière entre dans un milieu s'appelle point d'*immersion*, et celui par lequel il en sort, point d'*émergence*. Si le rayon rencontre perpendiculairement la surface d'un milieu, il continue sa route dans le milieu, en conservant sa direction première ; mais si l'incidence est oblique à la surface du milieu, le rayon se détourne de sa route, en sorte qu'il paraît rompu au point d'immersion.

L'*angle d'incidence* est celui que fait le rayon incident avec une ligne perpendiculaire, menée par le point d'immersion sur la surface du milieu, et l'*angle de réfraction* est celui que fait le rayon rompu avec la même perpendiculaire.

Le rayon de lumière passe-t-il d'un milieu plus rare dans un milieu plus dense, il se rapproche de la perpendiculaire au point de contact; il s'en écarte, au contraire, quand il passe d'un milieu plus dense dans un milieu plus rare. Le même phénomène a lieu, mais en sens opposé, lorsque le rayon rentre dans le premier milieu ; de façon que si les deux surfaces du milieu que le rayon traverse de part en part, sont parallèles entre elles, le rayon, en repassant dans le milieu environnant, prendra une direction qui sera elle-même parallèle à celle du rayon incident.

Les corps réfractent la lumière en raison de leur densité (1) et de leur combustibilité. Ainsi de deux corps d'égale densité, mais dont l'un sera composé d'élémens plus combustibles que l'autre, la force réfringente du premier sera plus considérable que celle du second.

Tous les corps diaphanes, en même temps qu'ils réfractent la lumière, la réfléchissent. C'est en raison de cette propriété que ces corps remplissent jusqu'à un certain point l'office de miroirs. Quand ils n'ont qu'une faible densité, comme l'air, ils ne sont visibles qu'autant que leur masse est considérable.

La forme du corps réfringent n'influe pas sur sa force réfringente, mais elle modifie la disposition des rayons réfractés les uns par rapport aux autres. En effet, les perpendiculaires à la surface du corps se rapprochant ou s'éloignant suivant la forme de ce corps, les rayons réfractés doivent en même temps se rapprocher ou s'éloigner.

Quand, par l'effet d'un corps réfringent, des rayons tendent à se rapprocher, le point où ils se réunissent se nomme *foyer du corps réfringent*. Les corps de forme lenticulaire (2) sont ceux qui présentent principalement ce phénomène.

Un corps réfringent à surfaces parallèles ne change pas la direction des rayons, mais les rapproche de son axe par une sorte de transport. Un corps réfringent, convexe des deux côtés (lentille), n'a pas une force réfringente plus grande qu'un corps convexe d'un côté et plane de l'autre; mais le point où les rayons se réunissent derrière lui est plus rapproché.

---

(1) La densité est le rapport de la masse au volume; en sorte que si tous les corps étaient sous le même volume, leurs densités pourraient être mesurées par leur poids.

(2) Les corps lenticulaires sont des corps terminés par deux segmens de sphère.

L'étude de la réfraction conduit à reconnaître un fait extrêmement important, savoir, *qu'un rayon* de lumière est lui-même composé d'une infinité de rayons diversement colorés et diversement réfrangibles, c'est-à-dire qu'à chaque rayon coloré correspond, dans ces mêmes corps et pour une même incidence, une réfraction qui varie avec la couleur des rayons.

Si l'on fait passer un faisceau de rayons lumineux à travers un prisme de verre, ou tout autre corps réfringent dont les surfaces ne sont pas parallèles, on voit le faisceau s'élargir; et si après sa sortie du corps on le reçoit sur un plan, tel qu'une feuille de papier, il y occupe une étendue considérable, et, au lieu d'y produire une image blanche, il paraît sous la forme d'une image oblongue, peinte d'une infinité de couleurs qui se succèdent par des gradations insensibles, et parmi lesquelles on distingue les sept couleurs suivantes : le rouge, l'orangé, le jaune, le vert, le bleu, l'indigo et le violet. Chacune de ces couleurs est indécomposable; leur ensemble forme le *spectre solaire.* Ainsi la lumière n'est pas homogène, puisqu'elle est composée de rayons de couleurs très-différentes. C'est sur ce fait qu'est fondée l'explication de la coloration des corps. Un corps blanc réfléchit la lumière sans la décomposer; un corps noir ne réfléchit point la lumière et l'absorbe en totalité. Les corps colorés décomposent la lumière en la réfléchissant; ils en absorbent une partie et réfléchissent l'autre. Ainsi un corps paraîtra vert lorsque la réunion des couleurs qu'il réfléchira formera du vert, etc.

Les corps transparens paraissent aussi colorés par la lumière qu'ils réfractent, et il arrive souvent que, vus par réfraction, ils paraissent d'une couleur différente de celle sous laquelle on les aperçoit par réflexion.

Si maintenant on voulait savoir pourquoi tel corps réfléchit certaine couleur, tandis que tel autre corps l'absorbe, les physiciens répondront que ce phénomène tient à *la nature et à la disposition particulière des molécules des corps* (1).

La découverte de l'action des corps réfringens sur la lumière n'a point été un objet de simple curiosité; elle a conduit à construire des instrumens ingénieux, au moyen desquels la sphère de la vision de l'homme s'est beaucoup agrandie, et s'est étendue à une foule de corps, qui, soit par leur grand éloignement, soit par leur extrême ténuité, ne semblaient pas destinés à être connus de l'homme. Mais ici, comme dans d'autres cas, son intelligence a suppléé à l'imperfection de ses sens.

On appelle *diffraction* un genre de modification que subit la lumière, quand elle passe près des parties saillantes qui terminent les corps; non-seulement, le rayon en entier éprouve une déviation, mais chacun des rayons colorés qui le composent éprouve cette déviation à un degré différent, et ils se séparent à peu près comme s'ils traversaient un prisme.

Appareil de la vision.

L'appareil de la vision est composé de trois parties distinctes.

La première modifie la lumière. C'est une véritable lunette.

La deuxième reçoit l'impression du fluide.

La troisième transmet cette impression au cerveau.

L'appareil de la vision est d'une texture extrêmement délicate, que la moindre cause peut altérer; aussi la nature a-t-elle placé au-devant de cet appareil une série d'organes dont l'usage est de le protéger et de le maintenir dans les conditions nécessaires à l'exercice libre et facile de ses fonctions.

---

(1) Cette explication ressemble beaucoup à celle des phénomènes de la vie par les propriétés vitales, c'est-à-dire qu'il se pourrait bien qu'elle n'expliquât rien.

Ces parties protectrices sont les sourcils, les paupières, et l'appareil sécréteur et excréteur des larmes.

Les sourcils, parties propres à l'homme, sont formés :

1°. Par des poils d'une couleur variable ;

2°. Par la peau ;

3°. Par des follicules sébacés, placés à la base de chaque poil ;

4°. De muscles destinés à leurs mouvemens multipliés, savoir, la portion frontale de l'occipito-frontal, le bord supérieur de l'orbiculaire des paupières (*orbito-palpébral*), le surcilier ;

5°. De vaisseaux assez nombreux ;

6°. De nerfs.

Les sourcils ont plusieurs usages. La saillie qu'ils forment protége l'œil contre les violences extérieures ; les poils, en raison de leur direction oblique, de la matière huileuse qui les enduit, s'opposent à ce que la sueur coule vers l'œil, et aille irriter la surface de l'organe ; ils la dirigent vers la tempe et la racine du nez. La couleur et le nombre des poils des sourcils influent sur leur usage. Ils sont ordinairement en rapport avec le climat. L'habitant des pays chauds les a très-épais et très-noirs ; l'habitant des régions froides peut les avoir épais, mais il est très-rare qu'il les ait noirs. Les sourcils garantissent l'œil de l'impression d'une lumière trop vive, surtout lorsque celle-ci vient d'un lieu élevé : nous rendons cet effet plus marqué en *fronçant le sourcil.*

Les paupières sont au nombre de deux chez l'homme, distinguées en supérieure et en inférieure, en grande et en petite, *palpebra major, palpebra minor.*

La forme des paupières est accommodée à celle du globe de l'œil, de manière qu'étant rapprochées, elles couvrent complètement la face antérieure de cet organe. Le lieu où elles se rencontrent n'est point au niveau du diamètre transverse de l'œil ; il est beaucoup au-dessous : c'est à tort que Haller le nomme *æquator oculi.*

Plus l'ouverture qui sépare les paupières a d'étendue, plus l'œil nous paraît grand : aussi le jugement que nous portons sur le volume de l'œil est-il souvent inexact : il n'exprime le plus souvent que l'étendue de l'ouverture des paupières (1).

Le bord libre des paupières est épais, résistant, garni de poils plus ou moins longs, plus ou moins nombreux, d'une couleur ordinairement semblable à celle des cheveux ; ces poils sont placés très-près les uns des autres. Ceux de la paupière supérieure forment une légère courbure, dont la concavité est en haut ; ceux de la paupière inférieure en ont une en sens opposé. Nous attachons une idée de beauté à des cils longs et bien fournis, ce qui s'accorde avec l'utilité qui en résulte. Semblables à tous les autres poils, les cils sont enduits d'une humeur onctueuse, qui sort de petits follicules situés dans l'épaisseur des paupières, autour de leur bulbe.

Entre la ligne qu'occupent les cils et la face interne, il y a une surface plane, par laquelle les paupières se touchent quand elles sont rapprochées. Je nomme cette surface la *marge* de la paupière.

Les paupières sont composées d'un muscle à fibres semi-circulaires (*orbiculaire des paupières*), d'un fibro-cartilage (*cartilage tarse*), d'un ligament (*ligament large de la paupière*), d'un grand nombre de follicules (*glandes* de Meibomius), d'une portion de membrane muqueuse. Toutes ces parties sont liées entre elles par un tissu cellulaire, dont les lamelles sont très-minces et très-flexibles.

La peau des paupières, fine et demi-transparente, se prête aisément à leurs mouvemens ; elle présente des plis transversaux. Le muscle orbiculaire des paupières,

---

(1) Bichat.

par sa contraetion, les rapproche, ou, eomme on dit, *ferme les yeux*, en même temps qu'il porte les paupières un peu en dedans.

Le fibro-cartilage s'appelle le *cartilage tarse*; eelui de la paupière supérieure est beaueoup plus grand que celui de l'inférieure. Ils ont pour usage de maintenir les paupières tendues et toujours adaptées à la forme de l'œil; en outre, ils soutiennent les cils, logent dans leur épaisseur les follieules et garantissent l'œil des choes extérieurs. La présenee du cartilage tarse dans les paupières n'est pas indispensable, puisqu'il manque chez plusieurs animaux, dont les paupières n'en remplissent pas moins bien leurs fonctions.

Le *ligament large* n'est autre chose que du tissu cellulaire, qui de la base de l'orbite se rend au bord du cartilage tarse : il paraît destiné à limiter le mouvement par lequel les paupières se rapprochent.

Le tissu eellulaire, extrêmement fin et délieat, ne contient point de graisse, mais une sérosité limpide, qui, dans certains cas, s'accumule dans les aréoles de ce tissu; les paupières sont alors gonflées et d'une couleur bleuâtre; cette eouleur et ce gonflement se voient à la suite des excès de tout genre, après les grandes maladies et pendant la eonvalescenee, chez les femmes lorsqu'elles ont leurs règles, ete. La finesse, la laxité du tissu cellulaire des paupières, l'absence de la graisse de ses aréoles, étaient néeessaires pour le libre exereiee de leurs mouvemens. Leur faee oeulaire est recouverte par la membrane muqueuse eonjonetive.

Indépendamment des parties qui viennent d'être indiquées, la paupière supérieure a un musele qui lui est propre, qu'on nomme *élévateur de la paupière supérieure.*

Les paupières couvrent l'œil dans le sommeil, le garantissent du eontaet des corps étrangers qui voltigent dans l'air; elles le préservent des chocs par leur rapproehement presque instantané; leurs mouvemens habituels, qui reviennent à des intervalles à peu près égaux, s'opposent aux effets du eontaet prolongé de l'air sur la conjonctive; ee mouvement, nommé *clignement*, dépend en partie du nerf faeial, et en partie du nerf de la cinquième paire. Il cesse quand le nerf faeial est eoupé; il cesse ou ne se montre que très-rarement, et seulement par l'effet d'un rayon direet de lumière solaire, quand le nerf de la einquième paire est divisé. La perte du mouvement des paupières par la seetion ou la paralysie du nerf facial s'entend faeilement, puisque ee nerf envoie des filets au muscle orbiculaire. Il est beaucoup plus difficile de eomprendre comment la section de la einquième paire arrête le clignement, car ce nerf, presque entièrement destiné à la sensibilité, n'envoie aucune branehe aux museles qui font mouvoir les paupières.

Les paupières ont aussi l'usage de modérer l'effet d'une lumière trop vive sur l'organe de la vue: en se rapprochant, elles ne laissent passer que la quantité de ee fluide néeessaire à la vision, mais insuffisante pour blesser l'œil. Au eontraire, lorsque la lumière est faible, nous écartons largement les paupières, afin d'en laisser pénétrer le plus possible dans l'intérieur de l'œil.

Lorsque les paupières sont rapproehées, les cils forment une espèee de grille, qui intereepte une partie de la lumière qui se dirige vers l'œil. Sont-ils humides, les petites gouttelettes plaeées à leur surface déeomposent la lumière à la manière du prisme, et le point d'où part celle-ci paraît irisé. Divisant en faiseeaux la lumière qui pénètre dans l'œil, les cils font paraître, pendant la nuit, les corps en ignition, comme s'ils étaient environnés d'une auréole lumineuse. Cette apparence disparaît dès qu'on renverse les paupières, ou seulement que les eils prennent une autre direetion. Les cils écartent de l'œil les atomes de poussière qui voltigent dans l'air. La vision est toujours plus ou moins altérée ehez les personnes qui sont privées de cils.

On appelle *glandes de Meibomius* des follicules composés qui sont logés dans l'épaisseur des eartilages tarses. Il y en a de trente à trente-six à la paupière supérieure, et de vingt-quatre à trente à l'inférieure. Au eentre de ehaque follieule composé il existe un petit canal central, autour duquel sont placés les follieules simples,

et dans lequel est versée la matière qu'ils sécrètent. Ce canal central est toujours rempli par cette matière, nommée *humeur de Meibomius*, ou *chassie*. A l'instant du réveil on en trouve souvent une certaine quantité desséchée et accumulée au grand angle de l'œil, ainsi que sur la marge des paupières. Cette matière est-elle de nature onctueuse? Des recherches particulières me font croire qu'elle n'est qu'albumineuse. Chaque canal central s'ouvre par un orifice à peine visible sur la face interne de la paupière; près de sa jonction avec la marge. Ces ouvertures, très-rapprochées les unes des autres, règnent dans toute la longueur du bord de cette marge; une légère pression suffit pour en faire sortir l'humeur sécrétée; or, comme il y a pression sensible des paupières quand elles se portent au-devant de l'œil, ce mouvement doit contribuer à l'excrétion de l'humeur. Son usage principal me paraît être de favoriser les frottemens réciproques des paupières et du globe de l'œil. La paupière supérieure, exerçant plus de frottemens que l'inférieure, devait avoir des follicules plus nombreux et plus considérables: c'est en effet ce qui existe.

Appareil lacrymal.

On vient de voir comment les sourcils et les paupières garantissent l'œil contre les corps étrangers, le contact trop prolongé de l'air, les effets nuisibles d'une lumière trop vive. L'œil avait besoin d'une autre sorte de protection. Il fallait que la surface par laquelle pénètre la lumière fût toujours lisse et d'un poli parfait, et que les mouvemens qu'il fait dans toutes les directions n'éprouvassent aucun empêchement. Un petit appareil, dont le mécanisme est fort curieux, est destiné à ce double usage; c'est l'appareil sécréteur des larmes. Il se compose de la *glande lacrymale*, de ses *canaux excréteurs*, de la *caroncule lacrymale*, des *conduits lacrymaux* et du *canal nasal*.

Logée dans la petite fossette que présente la voûte de l'orbite, à sa partie antérieure et externe, la glande lacrymale est peu volumineuse; elle reçoit une branche de la cinquième paire, fait anatomique qui mérite, depuis mes derniers travaux sur ce nerf, une attention particulière. Son usage est de sécréter les larmes.

Cette glande était connue des anciens, mais ils en ignoraient la fonction; ils la nommaient *innominée supérieure*, par opposition à la coroncule, qu'ils nommaient *innominée inférieure*. Ils attribuaient la formation des larmes, les uns à la caroncule, les autres à une glande qui n'existe point chez l'homme, et qui se voit chez certains animaux (*la glande* de Hardérus).

Les canaux excréteurs des larmes sont au nombre de six ou sept. Ils naissent des petits grains glanduleux qui, par leur assemblage, forment la glande; ils marchent quelque temps dans les intervalles des lobules qu'elle offre; bientôt ils l'abandonnent, se placent sur la conjonctive, et viennent percer cette membrane très-près du cartilage tarse de la paupière supérieure, vers son extrémité externe. On peut les rendre sensibles, soit en les insufflant, soit en soulevant la paupière supérieure et comprimant la glande, ce qui donne lieu à la sortie des larmes par les orifices de ces canaux, soit en laissant macérer l'œil dans l'eau teinte par du sang, soit enfin en les injectant avec du mercure. Les larmes sont versées par ces conduits à la surface de la conjonctive.

A l'angle interne de l'œil, on voit un corps saillant, dont la couleur rosée indique l'énergie des forces générales, dont la pâleur, au contraire, indique un état de débilité et de maladie : c'est la caroncule lacrymale. Ce corps, peu volumineux, a pour base de sa composition sept ou huit follicules, qui sont rangés suivant une ligne demi-circulaire, dont la convexité est en dedans. Ils ont chacun une ouverture à la superficie de la caroncule lacrymale; ils contiennent un petit poil : ces ouvertures sont tellement disposées qu'elles complètent, avec celles des glandes palpébrales,

un cercle qui embrasse toute la partie antérieure de l'œil quand les paupières sont écartées.

A l'endroit où elle quitte le globe de l'œil pour se porter vers la caroncule, chaque paupière offre sur sa face interne, près de son bord libre, une petite ouverture nommée *point lacrymal*, orifice externe des conduits lacrymaux. Les points lacrymaux sont continuellement ouverts; ils sont tous deux dirigés vers l'œil. Sont-ils doués d'une faculté contractile qui se manifeste lorsqu'ils sont touchés par l'extrémité d'un stylet? Quelque soin que j'aie mis pour apercevoir ces contractions, je n'ai jamais pu y réussir : une circonstance aura pu en imposer à cet égard. Quand on renouvelle plusieurs fois le contact de l'extrémité d'un stylet, la membrane muqueuse qui revêt les points lacrymaux se gonfle, comme elle le ferait dans tout autre lieu, et alors l'ouverture est réellement rétrécie; mais il ne faut pas confondre ce phénomène avec une contraction.

Par l'intermédiaire des *conduits lacrymaux*, les ouvertures dont nous venons de parler conduisent dans un canal qui règne depuis le grand angle de l'œil jusqu'à la partie inférieure des fosses nasales. Les canaux lacrymaux sont très-étroits; ils laissent à peine passer une soie de cochon; ils ont trois à quatre lignes de longueur; ils sont placés dans l'épaisseur de la paupière, entre le muscle orbiculaire et la conjonctive. Ils s'ouvrent tantôt isolément, tantôt réunis, dans la partie supérieure du canal nasal.

C'est à tort que les anatomistes distinguent deux parties dans le conduit qui s'étend du grand angle de l'œil au méat inférieur des fosses nasales. Ce canal a partout à peu près les mêmes dimensions, et rien ne justifie le nom de *sac lacrymal* qu'on a donné à sa partie supérieure, pour réserver le nom de *canal nasal* au reste de sa longueur. Toutefois ce canal est formé par la membrane muqueuse des fosses nasales, qui se prolonge dans le conduit osseux, pratiqué le long du bord postérieur de l'apophyse montante de l'os maxillaire, et de la moitié antérieure de l'os unguis. Il a pour usage de verser les larmes dans les fosses nasales.

On doit ranger parmi les organes de l'appareil lacrymal la *conjonctive*, membrane du genre des muqueuses, qui recouvre la face postérieure des paupières et la face antérieure du globe de l'œil. Cette membrane a plus d'étendue que le chemin qu'elle parcourt, ce qui est très-favorable aux mouvemens des paupières et de l'œil. La manière lâche dont elle adhère aux paupières ainsi qu'à la sclérotique est encore bien disposée pour se prêter à ces mouvemens. La conjonctive passe-t-elle au-devant de la cornée transparente, ou bien s'arrête-t-elle à la circonférence de cette portion de l'œil pour s'unir avec la membrane qui la revêt? C'est ce qui n'est pas complètement démontré. On pense en général qu'elle recouvre la cornée; mais plusieurs anatomistes croient que la cornée est recouverte par une membrane particulière, unie à la conjonctive par sa circonférence sans en être une continuation.

La conjonctive garantit la face antérieure de l'œil; elle sécrète un fluide muqueux qui se mêle aux larmes; elle jouit de la faculté absorbante (1), supporte les frottemens quand l'œil se meut, et facilite même ce mouvement en raison de l'humidité et du poli de sa surface.

C'est à la conjonctive qu'appartient l'extrême sensibilité de l'œil, sensibilité qui se manifeste par la douleur que cause le moindre contact d'un corps irritant, même en vapeur. Cette sensibilité est de beaucoup supérieure à celle de toutes les parties de l'œil, sans en excepter la rétine. Elle dépend de la branche ophthalmique de la cin-

---

(1) On empoisonne facilement un animal en appliquant sur ses conjonctives des substances vénéneuses, de l'acide prussique, par exemple.

quième paire. Si ce nerf est coupé sur un animal vivant, la conjonctive devient entièrement insensible à toute espèce de contact, même à ceux qui la détruisent chimiquement ; par exemple, quelques atomes d'ammoniaque, mis sur la conjonctive, déterminent immédiatement une rougeur et une inflammation des plus vives avec un écoulement abondant de larmes; au contraire, un œil dont le nerf ophthalmique est coupé reste sec et insensible au contact de l'ammoniaque. Ce contact n'y produit aucun indice d'inflammation (1).

De la sécrétion des larmes et de leurs usages.

Ce n'est point ici le lieu de décrire la sécrétion des larmes, de faire connaître en quoi elle se rapproche des autres sécrétions, en quoi elle en diffère; il suffit de savoir que la glande lacrymale les forme sous l'influence de la cinquième paire (2), et qu'elle les verse, au moyen des conduits dont nous avons parlé, sur la conjonctive à la partie externe et supérieure de l'œil. Mais comment se comportent-elles lorsqu'elles sont arrivées dans ce lieu? C'est ce que nous allons chercher à faire connaître : nous dirons d'abord qu'elles coulent pendant le sommeil autrement que pendant la veille ; en effet, dans ce dernier état, les paupières s'éloignent et se rapprochent alternativement l'une de l'autre; la conjonctive est exposée au contact de l'air, l'œil se meut continuellement; rien de tout cela n'existe dans le sommeil.

Les physiologistes supposent que les larmes coulent dans un canal triangulaire, qui est chargé de les transporter vers le grand angle de l'œil, où elles sont absorbées par les points lacrymaux. Ce canal est formé, disent-ils : « 1° par le bord des paupières, *dont les surfaces, arrondies et convexes,* ne se touchent que par un point; » 2° par la face antérieure de l'œil, qui le complète en arrière. Ce canal a son extrémité externe plus élevée que l'interne. Cette disposition, jointe à la contraction » du muscle orbiculaire, dont le point fixe est à l'apophyse montante de l'os maxillaire, dirige les larmes vers les points lacrymaux. »

Cette explication est défectueuse. Les paupières se touchent, non par un bord arrondi, mais par leurs marges, qui sont planes : le canal dont on parle n'existe donc pas. En effet, lorsqu'on examine les paupières par leur face postérieure quand elles sont rapprochées, à peine voit-on la ligne qui indique leur point de contact. D'ailleurs, en admettant l'existence du canal, il ne pourrait servir à l'écoulement des larmes que durant le sommeil; il resterait toujours à savoir comment elles marchent pendant la veille.

Dans le sommeil, et dans tous les cas où les paupières sont rapprochées, les larmes, dont la sécrétion paraît moins active que pendant la veille, se répandent de proche en proche sur toute la surface de la conjonctive oculaire et palpébrale; elles

---

(1) J'ai observé un fait fort remarquable dans ces expériences (*voyez* mon *Journal de Physiologie,* tom. 4, 1824). La section du nerf ophthalmique est constamment suivie chez les animaux d'une violente inflammation avec suppuration abondante de la conjonctive; plus tard il se forme une ulcération de la cornée avec écoulement des humeurs de l'œil; mais la surface de l'œil n'en reste pas moins complètement insensible. Les auteurs qui ont le courage de proposer des explications des phénomènes morbides devraient faire rentrer de pareils faits dans leurs *doctrines :* une inflammation des plus vives avec abolition complète de la sensibilité!

(2) J'ai eu plusieurs fois l'occasion de piquer sur l'homme vivant le nerf lacrymal au moyen d'une aiguille fine, à laquelle j'appliquais ensuite le galvanisme, et j'ai observé constamment qu'au moment où le nerf est touché par la pointe de l'aiguille, les larmes coulent en abondance, comme si on introduisait un corps irritant dans l'écartement des paupières sur la conjonctive, et peut-être plus abondamment encore. Un malade sur lequel je faisais cet essai, disait qu'avec mon aiguille j'*ouvrais le robinet des larmes.*

se portent en plus grande quantité dans les points où elles éprouvent le moins de résistance. La route qui leur présente le moins d'obstacles, étant l'endroit où la conjonctive passe de l'œil aux paupières, elles arrivent aisément jusqu'aux points lacrymaux. Ainsi répandues sur la conjonctive, les larmes se mêlent avec le mucus de cette membrane, et sont soumises à l'absorption qu'elle exerce.

Dans la veille, les choses ne se passent pas de cette manière. La portion de conjonctive qui est en contact avec l'air laisse évaporer les larmes qui la recouvrent; elle se sécherait bientôt si, par le mouvement des paupières, les larmes n'étaient pas renouvelées : c'est là, je crois, le principal usage du clignement. Les larmes, étendues ainsi sur la partie de la conjonctive exposée à l'air, y forment une couche uniforme qui donne à l'œil son poli et son brillant; l'augmentation ou la diminution d'épaisseur de cette couche influe beaucoup sur l'expression des yeux : dans les regards passionnés, où les yeux brillent d'un vif éclat, elle paraît sensiblement plus épaisse.

De faibles courans de larmes s'établissent quelquefois sur la cornée; pour les voir il faut regarder un ciel pur mais peu éclairé; elles entraînent des parcelles d'humeur sébacée que M. Ribes nomme globules des larmes.

Dans l'état ordinaire de la sécrétion, les larmes n'ont aucune tendance à couler sur la face externe de la paupière inférieure. Je ne sais sur quoi l'on se fonde pour attribuer à l'humeur de Meibomius d'agir comme une couche d'huile, qui, mise au bord d'un vase, s'oppose à l'écoulement du fluide aqueux qui en dépasse le niveau. Je doute que cette humeur puisse remplir cet usage, car elle paraît soluble dans les larmes.

Les larmes qui ne s'évaporent point ou qui ne sont point reprises par la conjonctive, sont absorbées par les conduits lacrymaux, et transportées dans le méat inférieur du nez par le canal nasal. Comment se fait ce transport, on l'ignore. On a voulu tour à tour en donner l'explication par la théorie du siphon, des tubes capillaires, des propriétés vitales, etc. : ces explications sont incertaines (1). L'absorption des larmes par les points lacrymaux est bien évidente lorsqu'elles sont très-abondantes ou qu'elles *roulent dans les yeux;* alors le transport se fait avec une telle promptitude qu'il oblige presque immédiatement à se moucher : cet effet se remarque au théâtre dans les instans pathétiques.

Appareil de la vision.

L'appareil de la vision se compose de l'œil et du nerf optique.

La position de l'œil à la partie la plus élevée du corps; la possibilité qu'a l'homme d'apercevoir en même temps des deux yeux un même objet; la coupe oblique de la base de l'orbite; la protection que l'œil trouve dans cette cavité contre les chocs extérieurs; la présence d'une grande abondance de tissu cellulaire graisseux, qui forme un coussin élastique au fond de l'orbite, etc., sont autant de circonstances qu'il ne faut pas négliger, mais que nous ne pouvons qu'indiquer.

L'œil est composé de parties qui servent différemment à la vue. On peut les distinguer en parties réfringentes et en parties qui ne jouissent pas de cette propriété.

Les parties réfringentes sont :

A. *La cornée transparente,* corps réfringent, convexe-concave, qui, par sa forme, sa

---

(1) L'explication de l'absorption des larmes par la capillarité des conduits lacrymaux est celle qui réunit le plus de probabilités en sa faveur. En effet, puisque l'orifice des conduits lacrymaux est formé par un orifice toujours ouvert, le liquide doit être attiré dans le conduit par la seule capillarité.

transparence et son insertion sur la sclérotique, a beaucoup de ressemblance avec le verre qu'on place au-devant du cadran des montres.

B. L'*humeur aqueuse*, qui remplit les chambres de l'œil; liquide qui n'est point purement aqueux, comme son nom l'indique, mais qui est composé d'eau et d'un peu d'albumine (1).

C. Le *cristallin*, que l'on compare à tort à une lentille. La comparaison serait exacte si l'on ne s'en rapportait qu'à la forme; mais elle est complètement défectueuse dès l'instant que l'on a égard à la structure. En effet, le cristallin est composé de couches superposées, mais non régulièrement concentriques, dont la consistance va croissant depuis la surface jusqu'au centre, et qui ont des épaisseurs, des courbures, et par conséquent des puissances réfringentes différentes. En outre, le cristallin est enveloppé d'une membrane qui n'est pas sans influence sur la vision. Une lentille, au contraire, est partout homogène, à sa surface comme dans chacun des points de son épaisseur; elle a partout la même puissance de réfraction: aussi n'a-t-elle qu'un seul foyer, tandis que par sa structure le cristallin peut en avoir un grand nombre. Toutefois remarquons que la courbe de la face antérieure du cristallin n'est pas semblable à celle de sa face postérieure. Cette dernière appartiendrait à une sphère plus petite que celle à laquelle appartiendrait la courbe de la face antérieure. On avait cru le cristallin composé en grande partie d'albumine; mais, d'après une nouvelle analyse de M. Berzélius, il n'en contient pas: il est formé presque entièrement d'eau et d'une matière particulière qui a la plus grande analogie (la couleur exceptée), par ses propriétés chimiques, avec la partie colorante du sang.

D. Derrière le cristallin se trouve l'*humeur vitrée*, ainsi appelée à cause de sa ressemblance avec du verre fondu (2).

Chacune des parties que nous venons d'indiquer est enveloppée par une membrane très-mince et transparente comme elle: au-devant de la cornée se voit la *conjonctive;* derrière elle, existe la *membrane de l'humeur aqueuse*, qui tapisse toute la chambre antérieure de l'œil, c'est-à-dire la face antérieure de l'iris et la face postérieure de la cornée. Le cristallin est entouré de la *capsule cristalline*, qui adhère par sa circonférence à la membrane qui revêt l'humeur vitrée. Celle-ci, en passant de la circonférence du cristallin sur les faces antérieure et postérieure de cette partie, laisse entre ses deux lames un intervalle qui a été nommé *canal goudronné*. Jusqu'ici l'on avait pensé que ce canal ne communiquait point avec la chambre de l'œil; mais M. Jacobson assure qu'il présente un grand nombre de petites ouvertures par lesquelles l'humeur aqueuse peut y entrer et en sortir. Nous avons inutilement cherché à voir ces ouvertures.

L'humeur vitrée est entourée d'une membrane nommée *hyaloïde*. Cette membrane n'est pas une simple enveloppe; elle s'enfonce dans la masse, la partage en diverses portions en formant des cellules. Les détails que l'anatomie apprend touchant la disposition de ces cellules, n'ont jusqu'ici rien ajouté à ce que l'on sait des usages de l'humeur vitrée.

L'œil n'est pas seulement composé de parties réfringentes; il présente encore des membranes qui ont chacune une destination particulière, et qui sont:

A. La *sclérotique*, enveloppe extérieure de l'œil, membrane de nature fibreuse: elle

---

(1) D'après M. Berzélius, l'humeur aqueuse est composée d'eau, 98,10; albumine, un peu; muriates et lactates, 1,15; soude, avec une matière soluble seulement dans l'eau, 0,75: total, 100,0.

(2) D'après M. Berzélius, l'humeur vitrée contient: eau, 98,40; albumine, 0,16; muriates et lactates, 1,42; soude, avec une matière animale soluble seulement dans l'eau, 0,02: total, 100,0.

est épaisse et résistante; elle a évidemment pour usage de protéger les parties intérieures de l'organe; elle sert en outre de point d'insertion aux divers muscles qui donnent le mouvement à l'œil.

B. La *choroïde*, membrane vasculaire et nerveuse, formée de deux lames distinctes; elle est imprégnée d'une matière noire, nécessaire à l'exercice complet de la vision.

C. L'*iris*, qui se voit derrière la cornée transparente, est diversement coloré selon les individus; il est percé, dans son centre, d'une ouverture nommée *pupille*, qui s'agrandit et se resserre suivant certaines circonstances que nous indiquerons. L'iris adhère, par sa circonférence, à la sclérotique au moyen d'un tissu cellulaire d'une nature particulière, qu'on nomme le *ligament ciliaire* ou *irien*. La face postérieure de l'iris est recouverte d'une matière noire assez abondante.

Derrière la circonférence de l'iris il existe un grand nombre de lignes blanches, disposées en manière de rayons qui tendraient à se réunir au centre de l'iris, si on les prolongeait : ce sont les *procès ciliaires*. On n'est d'accord ni sur la structure ni sur les usages de ces corps : les uns les croient nerveux, les autres musculaires, les autres glandulaires ou vasculaires. Le fait est qu'on ne sait pas encore à quoi s'en tenir sur leur véritable structure. Nous verrons plus bas qu'il en est de même pour leurs usages.

La couleur de l'iris dépend de celle de son tissu, qui est variable, et de celle de la couche noire de sa face postérieure, dont la couleur perce à travers l'iris. Dans les yeux bleus, par exemple, le tissu de l'iris est blanc; c'est la couche noire postérieure qui paraît à peu près seule, et détermine la couleur des yeux.

Les anatomistes varient sur la nature du tissu de l'iris : les uns le croient semblable à celui de la choroïde, c'est-à-dire principalement composé de vaisseaux et de nerfs; les autres ont cru y voir un grand nombre de fibres musculaires : ceux-ci envisagent cette membrane comme un tissu *sui generis*, ceux-là la confondent avec le tissu érectile. M. Edwards a démontré que l'iris est formé de quatre couches faciles à distinguer, et dont deux sont la continuation des lames de la choroïde; une troisième appartient à la membrane de l'humeur aqueuse, et une quatrième, qui forme le tissu propre de l'iris.

D'après les dernières recherches sur l'anatomie de l'iris, il paraît certain que cette membrane est muculaire, et qu'elle est composée de deux plans de fibres, l'un extérieur, rayonné, qui dilate la pupille, l'autre circulaire, concentrique, qui la resserre. Les fibres circulaires externes paraissent être soutenues par une espèce d'anneau que forme chaque fibre rayonnée, et dans lequel elles glissent dans les mouvemens de contraction et de resserrement de la pupille. L'iris reçoit les vaisseaux et les nerfs ciliaires, les derniers viennent de deux sources : 1° le ganglion ophthalmique, 2° le nerf nasal de la cinquième paire.

Entre la choroïde et l'hyaloïde existe une membrane nerveuse, connue sous le nom de *rétine*; elle offre une légère opacité et une teinte lilacée; elle est formée par l'épanouissement des filets qui composent le nerf optique (1). La rétine présente, en dehors et à deux lignes du nerf optique, une tache jaune, et à côté un ou plusieurs plis. Ces choses ne se voient que chez l'homme, chez les singes et quelques reptiles.

L'œil reçoit un grand nombre de vaisseaux (*artères et veines ciliaires*), et beaucoup de nerfs, dont la plupart viennent du ganglion ophthalmique.

---

(1) Plusieurs auteurs ayant récemment élevé des doutes sur la nature nerveuse de la rétine, j'ai prié M. Lassaigne d'en faire l'analyse. Ce savant chimiste a trouvé qu'il existe une grande analogie entre cette membrane et la pulpe blanche du cerveau; qu'elle en diffère cependant par une plus grande proportion d'eau, et par moins de matière grasse phosphorée et d'albumine.

Nerf optique.

Ce nerf paraît le principal moyen de communication de l'œil et du cerveau. Il ne naît pas de la couche optique, comme on le professait il n'y a pas encore long-temps; mais il tire son origine, 1° de la paire antérieure des tubercules quadrijumeaux; 2° du *corpus geniculatum externum*, éminence qui se voit au-devant et un peu en dehors de ces mêmes tubercules; 3° et enfin de la lame de substance grise, placée entre l'adossement des nerfs optiques et les éminences mamillaires, et que l'on connaît sous le nom de *tuber cinereum*.

Les deux nerfs optiques se rapprochent, et paraissent se confondre sur la face supérieure du corps du sphénoïde. Se croisent-ils, ne font-ils que s'adosser, ou se confondent-ils réellement? Wollaston supposait que l'entrecroisement n'existe que pour leur moitié interne : l'anatomie n'éclaircit pas la question. La pathologie fournit des preuves en faveur de chacune de ces opinions : ainsi, l'œil droit étant atrophié depuis long-temps, le nerf optique du même côté a été vu atrophié dans toute sa longueur. Dans d'autres cas, où le même œil droit était atrophié, c'était la portion antérieure du nerf de ce côté et en même temps la portion postérieure du nerf gauche qui présentaient une atrophie évidente. Quelques-uns ont pensé que l'entrecroisement des nerfs optiques qui a lieu chez les poissons, pouvait lever tous les doutes; ce fait fournit tout au plus quelque probabilité. Mais l'expérience directe est péremptoire : j'ai coupé sur un lapin le nerf optique droit derrière l'entrecroisement, la vue s'est perdue de l'œil gauche. J'ai coupé le nerf gauche, la vue a été totalement abolie. Sur un autre animal j'ai séparé en deux portions égales l'entrecroisement sur la ligne médiane, l'animal a immédiatement perdu la vue : l'entrecroisement est donc total et non partiel (1), comme l'avait supposé le savant Wollaston. Ici, comme dans nombre d'autres circonstances, la physiologie expérimentale parle un langage clair et positif, quand l'anatomie la plus minutieuse ne peut élever que des doutes.

Le nerf optique n'est point formé d'une enveloppe fibreuse et d'une pulpe centrale, comme les anciens le croyaient; il est composé de filets très-fins, placés les uns à côté des autres, et communiquant entre eux à la manière des autres nerfs. Cette disposition est surtout apparente dans la portion du nerf qui s'étend de la selle turcique à l'œil.

Mécanisme de la vision.

La lumière qui arrive sur la cornée peut seule servir à la vue; celle qui tombe sur le blanc de l'œil, les cils, les paupières, ne peut y contribuer; elle est réfléchie ou absorbée par ces parties, suivant leur couleur. La cornée elle-même ne reçoit pas la lumière dans toute son étendue, car elle est ordinairement recouverte en haut et en bas par le bord libre des paupières.

Pour faciliter l'étude de la marche de la lumière dans l'œil, supposons un seul cône lumineux partant d'un point placé dans la prolongation de l'axe antéro-postérieur de l'œil :

---

(1) Sur des oiseaux le fait de l'entrecroisement se prouve d'une autre manière. Je vide l'œil d'un pigeon; quinze jours après j'examine l'appareil optique, et je trouve la matière nerveuse disparue et le nerf atrophié en avant de l'entrecroisement du côté de l'œil vide, et du côté opposé derrière l'entrecroisement. L'atrophie se prolonge jusqu'au tubercule optique, point où le nerf optique prend son origine.

Usages de la cornée.

La forme *convexe-concave* de la cornée indique l'influence qu'elle doit avoir sur la lumière qui entre dans l'œil : elle rapproche les rayons de l'axe du faisceau avec d'autant plus d'efficacité qu'il y a une plus grande différence entre son pouvoir réfringent et celui de l'air. Pour cette raison, la cornée contribue puissamment à la réfraction de l'œil; en d'autres termes, *elle accroît l'intensité* de la lumière qui va pénétrer dans la chambre antérieure.

La cornée étant très-polie à sa surface, la lumière qui y arrive est en partie réfléchie et concourt à former le brillant de l'œil. Cette même lumière réfléchie, produit les images qui se forment derrière la cornée. Dans ce cas, la cornée remplit l'office de miroir convexe (1).

Usages de l'humeur aqueuse.

En traversant la cornée, les rayons ont passé d'un milieu plus rare dans un milieu plus dense; par conséquent ils ont dû se rapprocher de la perpendiculaire au point de contact. Si, en entrant dans la chambre antérieure, ils la trouvaient remplie d'air, ils s'écarteraient autant de la perpendiculaire qu'ils s'en étaient rapprochés : par conséquent ils reprendraient leur première divergence; mais ils entrent dans l'humeur aqueuse, milieu plus réfringent que l'air; ils s'écartent à peine de la perpendiculaire, et par conséquent divergent beaucoup moins que s'ils avaient passé de nouveau dans l'air.

De toute la lumière qui est entrée dans la chambre antérieure, celle qui traverse la pupille sert seule à la vision; le surplus est réfléchi, repasse à travers la cornée, et va faire connaître au dehors la couleur et l'aspect de l'iris.

En traversant la chambre postérieure, la lumière ne subit aucune nouvelle réfraction, puisqu'elle marche toujours dans le même milieu (*l'humeur aqueuse*).

Usages du cristallin.

En passant à travers le cristallin la lumière subit une nouvelle modification. Les physiciens comparent l'action de ce corps à celle d'une lentille qui aurait pour usage de rassembler tous les rayons d'un cône quelconque de lumière sur un certain point de la rétine. Mais, ainsi que nous l'avons dit plus haut, il s'en faut de beaucoup que le cristallin soit une lentille. En outre, quand même cet organe en aurait toutes les propriétés, il ne pourrait en remplir les fonctions, ou du moins ne pourrait-on en comparer l'effet à celui des lentilles qui sont employées dans l'air; car son pouvoir réfringent est à peu près semblable à celui de l'humeur aqueuse et de l'humeur vitrée (2). Tout ce qu'on peut dire de positif, c'est que le cris-

---

(1) J'ai trouvé, par l'expérience, que les propriétés physiques de la cornée dépendent de l'intégrité de la cinquième paire. Cette membrane devient opaque et s'ulcère après la section de ce nerf. (*Voyez* Nutrition.)

(2) MM. Brewster et Gordon donnent les résultats suivans sur les pouvoirs réfringens des humeurs de l'œil. L'eau étant. . . . . 1,3358.
Humeur aqueuse. 1,3365.
—— vitrée. 1,3394.
Couches extérieures du cristallin. . . . . 1,3767.
Partie centrale du cristallin. . . . . 1,3990.

(Vid. Brewster's Journal V, 1, p. 49.)

tallin doit augmenter l'intensité de la lumière qui se dirige au fond de l'œil, avec d'autant plus d'énergie que la convexité de sa face postérieure est plus considérable. Ce qu'on peut encore ajouter, c'est que la lumière qui passe près de la circonférence du cristallin est réfractée d'une autre manière que la lumière qui passe par le centre (1); que, par conséquent, les mouvemens de resserrement et d'agrandissement de la pupille doivent avoir sur le mécanisme de la vision une influence qui n'a pas échappé à l'attention des physiciens. Cependant le cristallin n'a pas sur la vue l'influence qu'on lui a long-temps attribuée, car cette fonction persiste après l'enlèvement de cette partie par l'opération de la cataracte. Il existe de ce fait une autre preuve déjà fort ancienne : un œil artificiel fait avec une boule de verre sur laquelle on adapte une section d'une autre sphère plus petite, et qu'on remplit ensuite d'eau pour représenter les trois humeurs, agit comme un œil véritable, car il s'y forme des images sur le fond.

La lumière qui est venue frapper la face antérieure du cristallin, ne pénètre pas tout entière dans le corps vitré ; elle est en partie réfléchie. D'un côté, elle *retraverse* l'humeur aqueuse et la cornée, et va concourir à former l'éclat de l'œil; de l'autre, elle tombe sur la face postérieure de l'iris, où elle est absorbée par la matière noire qui s'y trouve; ce qui paraît être nécessaire pour la netteté de la vision. Chez les hommes et les animaux albinos, dont l'iris et la choroïde sont dépourvus de matière noire, la vue est toujours plus ou moins imparfaite (2).

Il est probable qu'il se passe quelque chose de semblable à chacune des couches qui forment le cristallin.

Usage de l'humeur vitrée.

L'*humeur vitrée* a une force réfringente quelque peu moindre que le cristallin; par conséquent les rayons de lumière qui, après avoir traversé ce corps, pénètrent dans l'humeur hyaloïde, s'écartent de la perpendiculaire au point de contact.

Son usage relativement à la marche des rayons dans l'œil est donc d'augmenter leur convergence. On pourrait dire que, pour arriver au même résultat, la nature n'avait qu'à rendre le cristallin un peu plus réfringent; mais la présence de l'humeur vitrée dans l'œil a un autre usage bien plus important, c'est d'augmenter de beaucoup l'étendue de la rétine, de permettre à un plus grand nombre d'images de s'y peindre à la fois, et d'agrandir ainsi le *champ* de la vision.

M. Lehot, ingénieur et physicien instruit, a supposé dans une suite de Mémoires sur la vision, un singulier usage au corps vitré ; il croit que les parois des cellules hyaloïdes sont le lieu de la sensibilité de l'œil pour la lumière. Selon le même auteur les images ne seraient pas de simples surfaces, mais des figures à trois dimensions. Nous sommes obligés d'ajouter que ses preuves sont loin d'être satisfaisantes.

---

(1) La structure du cristallin pourrait bien avoir pour un de ses avantages de corriger l'aberration de sphéricité que présentent les lentilles ordinaires.

(2) Beaucoup de faits ne s'accordent pas avec cette explication. La plupart des animaux remarquables par l'excellence de leur vue, surtout la nuit, les chats, les renards, les chevaux, plusieurs variétés de chiens, certains poissons chasseurs, ont la choroïde et même la face postérieure de l'iris d'une couleur bleue, jaune, verte, plus ou moins éclatante; ces yeux réflètent la lumière comme ceux des chats dans l'obscurité. Ainsi le fond de l'œil de ces animaux est un miroir concave qui renvoie la lumière. D'après la théorie actuelle de la vision, on comprend difficilement comment cet éclat de la choroïde ne nuit pas à la fonction; si dans la construction de nos lunettes on négligeait de noircir les parois internes des tubes, il en résulterait de graves inconvéniens. (*Voyez* sur ce sujet un Mémoire de Desmoulins, t. IV, p. 89, de mon *Journal de Physiologie.*)

Ce que nous venons de dire d'un cône de lumière partant d'un point placé dans le prolongement de l'axe antéro-postérieur de l'œil, doit être répété pour chaque cône lumineux partant de tous les autres points et se dirigeant vers l'œil, avec cette différence que, dans le premier cas, la lumière tend à se réunir au centre de la rétine, tandis que la lumière des autres cônes tend à se réunir dans des points différens, suivant celui d'où elle est partie. Ainsi les cônes lumineux partant d'en bas se réuniront à la partie supérieure de la rétine; ceux qui viennent d'en haut se réuniront à la partie inférieure de cette membrane. Les autres rayons suivent une marche analogue; de sorte qu'il se formera au fond de l'œil une représentation exacte de chacun des corps placés devant l'organe, avec cette différence que les images auront une position inverse des objets qu'elles représentent.

Divers moyens sont employés pour s'assurer de ce résultat. On s'est long-temps servi d'yeux construits artificiellement avec du verre qui représentait la cornée transparente et le cristallin, et de l'eau qui représentait les humeurs aqueuse et vitrée. Un autre procédé était généralement employé avant la publication de mon Mémoire sur les *images qui se forment au fond de l'œil*. Il consiste à placer au volet d'une chambre obscure l'œil d'un animal (bœuf, mouton, etc.), ayant eu soin d'enlever la partie postérieure de la sclérotique. On voit alors très-distinctement sur la rétine les images des objets, placés de manière à envoyer des rayons vers la pupille.

Je me sers d'un moyen plus facile. Je prends des yeux de lapin, de pigeon, de petit chien, de hibou, de duc, dans lesquels la choroïde et la sclérotique sont à peu près transparentes; je dépouille exactement leur partie postérieure de la graisse et des muscles qui la recouvrent, et en dirigeant la cornée transparente vers des objets éclairés, je vois assez distinctement les images de ces mêmes objets sur la rétine.

Le procédé que je viens d'indiquer était connu de Malpighi et de Haller. Il en est un qui m'est particulier, et qui consiste à se servir des yeux des animaux albinos, tels que ceux des lapins blancs, des pigeons albinos, des souris blanches (les yeux des hommes albinos auraient probablement les mêmes avantages). Ces yeux présentent les conditions les plus favorables pour la réussite de cette expérience: la sclérotique y est mince, et, à très-peu de chose près, transparente; la choroïde y est également mince, et dès que l'animal est mort, le sang qui la colorait, venant à disparaître, elle devient incapable de mettre d'obstacle bien sensible au passage de la lumière.

La facilité et la netteté avec lesquelles on aperçoit les images en suivant ce procédé, m'ont suggéré l'idée de faire quelques expériences qui pussent confirmer ou infirmer la théorie admise touchant le mécanisme de la vision.

Si l'on fait une petite ouverture à la cornée transparente, et que par là on fasse sortir de l'œil une petite quantité d'humeur aqueuse, l'image n'a plus la même netteté; il en est de même si l'on expulse de l'œil une certaine quantité d'humeur vitrée par une petite incision faite à la sclérotique: ce qui prouve que les volumes relatifs des humeurs aqueuse et vitrée sont nécessaires à l'intégrité de la vision.

J'ai cherché à déterminer la loi des dimensions de l'image relativement à la distance de l'objet: j'ai trouvé que la grandeur de l'image est sensiblement proportionnelle aux distances. M. Biot a eu la complaisance de constater avec moi ce résultat, qui est d'ailleurs conforme à celui qu'a donné Lecat dans son *Traité des Sensations*. (Cet auteur se servait, pour ses recherches, d'yeux artificiels, composés de verre pour représenter la cornée transparente et le cristallin, et d'eau pour remplacer les humeurs aqueuse et vitrée.)

Une chose m'a paru digne de remarque dans ces expériences: en faisant varier la grandeur de l'image par l'éloignement ou le rapprochement de l'objet, jamais on n'aperçoit de différence dans sa netteté; si ces différences existent, elles ne sont pas sensibles à la vue simple. Au contraire, dès qu'on soustrait quelque peu d'humeur aqueuse, ou vitrée, aussitôt le défaut de netteté devient manifeste.

J'ai pratiqué une petite ouverture à la circonférence de la cornée transparente près de sa jonction avec la sclérotique, et j'ai fait sortir toute l'humeur aqueuse par cette voie; l'image (c'était celle de la flamme d'une bougie) m'a paru, toutes choses égales d'ailleurs, occuper une plus grande place sur la rétine; elle était aussi moins nette et formée d'une lumière moins intense que l'image du même corps vue dans l'autre œil de l'animal, que j'avais placé dans un rapport semblable avec la bougie, mais auquel j'avais conservé son intégrité, afin d'avoir un terme de comparaison; ce qui est conforme à ce que nous avons dit de l'usage de l'humeur aqueuse dans la vision.

Il en est de même de celui de la cornée; si on l'enlève en totalité par une incision faite circulairement à l'union de cette membrane avec la sclérotique, l'image ne paraît pas changer de dimension, mais la lumière qui la formait perd très-sensiblement de son intensité.

Nous avons dit que la grandeur de l'ouverture de la pupille influait probablement sur le mécanisme de la vision : après avoir enlevé la cornée, il est facile alors d'agrandir la pupille par une incision circulaire faite dans le tissu de l'iris. L'image, en ce cas, paraît aussi s'agrandir.

Comme l'usage du cristallin est d'augmenter l'éclat et la netteté de l'image en diminuant sa grandeur, on doit s'attendre à ce que l'absence de ce corps produise un effet inverse.

Quand on a fait sur un œil l'extraction ou l'abaissement du cristallin par un procédé semblable à l'opération de la cataracte, l'image se forme toujours au fond de l'œil, mais elle s'accroît considérablement; elle devient au moins quadruple de celle qui se produit sur un œil entier mis dans les mêmes rapports avec l'objet; elle est d'ailleurs mal terminée, et la lumière qui la produit est très-faible.

Enlève-t-on sur un même œil l'humeur aqueuse, le cristallin, la cornée transparente, et ne laisse-t-on ainsi de tous les milieux de l'œil que la capsule cristalline et l'humeur vitrée, il ne se forme plus d'image sur la rétine; la lumière y parvient bien, mais elle n'y affecte aucune forme en rapport avec celle du corps d'où elle est partie.

La plupart de ces résultats s'accordent avec la théorie de la vision, telle qu'elle est admise aujourd'hui. Il en est un cependant qui s'en éloigne, c'est la netteté de l'image. Quelle que soit la distance de l'objet, en théorie, il faudrait que l'œil changeât de forme pour que l'image fût nette, ou bien que le cristallin fût porté en avant ou en arrière, suivant les distances (1). Or ici l'expérience est en contradiction

---

(1) Ces changemens dans la forme de l'œil ou dans la position du cristallin, ont été tour à tour attribués à la compression du globe de l'œil par les muscles droits et obliques, à la contraction du cristallin, à celle des procès ciliaires, etc. M. Simonoff, savant astronome russe, soutient aujourd'hui qu'il n'est pas nécessaire que l'œil change de forme, pour que l'image conserve sa netteté. Il a déterminé d'abord l'angle que font les rayons réfractés par la cornée du bœuf partant de deux points, dont l'un est placé à 500 millimètres de l'œil, et l'autre à une distance infinie. Cet angle s'est trouvé extrêmement petit. Il a calculé ensuite la distance des deux points d'intersection des rayons réfractés avec le cristallin, laquelle s'est trouvée $0^{mm},043$, si l'ordonnée de la coupe verticale de la cornée, perpendiculaire à l'axe de l'œil est de 5^{mm}, et cette distance est seulement de $0^{mm},009$, si cette ordonnée est de 1^{mm}. M. Simonoff a admis pour ce calcul le grand axe de la coupe intérieure du cristallin, selon M. Chaussat (*Annales de Physique et de Chimie*, décembre 1812), à $10^{mm},6$; le petit axe à $6,^{mm}3$, et l'axe de l'humeur aqueuse à 6 millimètres.

Dans l'œil de l'homme ces points sont encore plus rapprochés. L'extrême petitesse de la distance des points d'intersection des rayons réfractés avec le cristallin, montre que les rayons de tous les points placés sur l'axe de l'œil depuis la distance de 250 millimètres jusqu'à la distance infinie, suivront dans l'œil presque la même route. D'ailleurs les rayons réfractés par les

avec la théorie, ce qui fait tomber d'elles-mêmes toutes les explications qu'on a proposées à ce sujet.

On aurait tort cependant de croire que les choses se passent exactement sur le vivant comme sur l'œil de l'animal mort. Il y a une différence très-grande, qui tient à ce que, dans l'animal vivant, la pupille s'agrandit ou se resserre suivant l'intensité de la lumière, et suivant plusieurs autres circonstances que nous allons examiner.

Mouvemens de l'iris.

L'ouverture circulaire placée au centre de l'iris, ou la pupille, éprouve de grandes variations dans ses dimensions, tantôt elle est à peine visible, et tantôt elle est presque aussi large que la cornée : dans le dernier cas l'iris semble avoir disparu.

Les circonstances qui accompagnent les mouvemens de la pupille, sont :

1o. Les divers degrés d'intensité de la lumière ; plus elle est grande, plus la pupille est contractée; quand par accident un rayon de soleil entre dans l'œil, la pupille se ferme aussitôt ; si, au contraire, nous sommes placés dans un lieu obscur, la pupille est largement ouverte.

2o. Plus un objet que nous regardons est placé près de l'œil, plus l'ouverture de l'iris se rétrécit. Les expériences sur ce point sont délicates, car il faut y distinguer avec soin ce qui dépend des variations d'intensité de la lumière de ce qui est l'effet de la distance de l'objet. La difficulté est ici d'autant plus grande, que tous les changemens de distance sont nécessairement accompagnés de changemens dans l'intensité de la lumière.

3o. La volonté fait contracter la pupille, mais dans des limites assez restreintes; c'est plutôt de légers mouvemens soit de resserrement, soit de dilatation qu'une franche contraction comme celle qui a lieu sous l'influence des différens degrés d'intensité ou d'éclat de la lumière.

L'attention et l'effort que nous faisons pour bien voir de petits objets donnent aussi lieu à la contraction de la pupille. Voici comment je m'en assure : je choisis une personne dont la pupille soit très-mobile, et il y a de grandes différences sous ce rapport entre les hommes, je place une feuille de papier dans une position fixe par rapport à l'œil et à la lumière, et je m'assure de l'état de la pupille; alors je dis à la personne de chercher, sans faire aucun mouvement de la tête ni des yeux, à lire de très-petits caractères qui sont tracés sur le papier; aussitôt la pupille se contracte, et son resserrement dure autant que l'effort. M. Mille, jeune physiologiste polonais d'une grande espérance, a rendu cette expérience plus rigoureuse : il se sert d'un instrument ingénieux où la distance de l'œil à l'objet est mesurée. Ses résultats s'accordent parfaitement avec les miens.

Le bord supérieur de la pupille du cheval est garni de franges noires que les vétérinaires nomment *grains de suie* : leurs usages sont ignorés. Les oiseaux paraissent agrandir ou fermer la pupille à volonté.

Pour que l'iris se meuve, et que son ouverture se contracte, il faut que la lumière

---

surfaces en passant à travers les trois milieux de l'œil se rapprocheront encore plus, de manière qu'ils viendront frapper la rétine dans le même point, ou du moins la distance des points d'intersection à l'axe de l'œil sera infiniment petite, tellement qu'elle ne surpassera jamais l'épaisseur de la rétine. Aussi il n'est pas nécessaire de supposer un déplacement du cristallin; la netteté de la vision des objets placés depuis 250 millimètres jusqu'à l'infini, ne dépend que de leur diamètre apparent et de la transparence de l'air interposé. (*Voyez* mon *Journal de Physiologie*, tom. IV.)

pénètre dans l'œil; le fluide lui-même, dirigé sur l'iris, n'y détermine aucun mouvement.

L'irritation de l'iris avec la pointe d'une aiguille à cataracte ne détermine non plus aucun mouvement sensible dans cette membrane, comme je m'en suis assuré par l'expérience.

MM. Fowler et Rinhold ont reconnu que l'excitation galvanique, dirigée sur l'œil de l'homme et des animaux, détermine la contraction de l'iris. Nysten dit avoir déterminé le même effet sur des cadavres des suppliciés peu de temps après la mort. Je n'ai jamais eu l'occasion de répéter cette expérience. Sur l'homme vivant il y a en effet contraction par le galvanisme, mais elle diffère beaucoup de la contraction que le galvanisme produit dans les muscles; il n'y a aucun raccourcissement brusque, mais un resserrement lent et gradué. Appliqué directement à l'iris après la mort, le galvanisme n'y excite pas la moindre apparence de contraction.

Si l'on coupe le nerf optique sur un animal vivant, la pupille devient immobile et élargie; il en est de même sur les chiens et les chats quand on coupe la cinquième paire. Sur les lapins et les cochons-d'Inde, au contraire, la pupille se contracte par l'effet de la section de ce dernier nerf. La section des nerfs ciliaires fait aussi cesser les mouvemens de la pupille, et M. H. Mayo s'est assuré que sur les oiseaux la division de la troisième paire produit aussi l'immobilité de la même ouverture. Ainsi les mouvemens de l'iris sont soumis à l'influence nerveuse d'une manière beaucoup plus compliquée que ceux d'aucun autre organe contractile, puisqu'ils dépendent à la fois de trois nerfs, la deuxième, la troisième et la cinquième paire. Cependant la disposition des fibres de cette membrane, l'effet de la volonté sur sa contraction, et la manière brusque et subite dont celle-ci arrive dans certains cas semble la confondre avec le mouvement musculaire; mais elle en diffère essentiellement, comme on a vu, en ce qu'elle ne peut être excitée par aucune irritation directe. En outre, le galvanisme n'excite, après la mort, aucun mouvement dans les fibres de l'iris. Concluons que les mouvemens de la pupille sont analogues, mais non semblables aux mouvemens musculaires (1).

Les nerfs ciliaires de l'homme viennent de deux sources : les uns, plus nombreux, naissent du ganglion ophthalmique; les autres directement du nerf nasal. Il est probable que les premiers président à la dilatation, les seconds à la contraction de l'iris; mais rien n'est encore suffisamment prouvé sur ce point. (*Voyez* mon *Journal de Physiologie*, t. IV.)

Usages des mouvemens de la pupille.

Les mouvemens de la pupille influent sur la vision de diverses manières :

1°. Ils modifient la quantité de lumière qui entre dans l'œil;

2°. Ils influent sur le nombre et la netteté des images qui se forment au fond de l'œil;

3°. Il assurent la vision distincte à des distances différentes.

Nous allons examiner succinctement chacun de ces effets.

A. D'abord il est facile de comprendre les avantages des mouvemens de la pupille

---

(1) On a observé que, chez les individus affaiblis par les excès vénériens, la pupille est très-large, ainsi que chez les personnes qui ont des vers intestinaux, un engorgement abdominal, une hydrocéphale, etc.; qu'une application de quelques heures de plantes narcotiques sur la conjonctive, et particulièrement de belladone, dilate la pupille; que souvent, dans les affections cérébrales, la pupille est très-élargie ou très-contractée. Les mouvemens de la pupille sont en général un indice sûr de la sensibilité de la rétine. La considération des mouvemens et de l'état de la pupille est donc fort utile en médecine.

en rapport avec l'intensité de la lumière : trop vive, elle blesserait l'œil si l'entrée de celui-ci ne pouvait se fermer presque entièrement pour ne livrer passage qu'à la quantité de lumière nécessaire à la vue, mais insuffisante pour blesser l'organe; encore ce but n'est-il pas atteint si la lumière est très-vive : tout le monde sait qu'on ne peut regarder le soleil sans avoir la vue troublée, et sans éprouver une impression douloureuse.

La même chose a lieu quand nous passons d'une obscurité où nous avons séjourné quelque temps à la simple clarté du jour; nous sommes éblouis et nous éprouvons une sensation analogue à celle que produit une lumière très-vive; dans ce cas la pupille est fortement contractée.

Sommes-nous plongés dans l'obscurité, la pupille est largement ouverte, afin que l'œil puisse profiter du peu de lumière répandue dans l'espace; en effet, après quelque temps de séjour dans un lieu obscur, où d'abord nous étions dans les ténèbres, nous parvenons à entrevoir les objets, et bientôt nous les distinguons, autant qu'il nous est nécessaire; mais il faut que la pupille se maintienne aussi grande que possible.

B. Quand nous voulons regarder avec attention un petit objet, la pupille diminue. Il y a ici un double avantage; d'abord, le rétrécissement de l'ouverture de l'œil restreint le nombre des objets peints sur la rétine, et l'attention de l'organe est d'autant moins détournée; ensuite il est connu qu'une image formée dans une chambre obscure est d'autant plus nette, et par conséquent d'autant plus visible, toutes choses d'ailleurs égales, que l'ouverture qui donne entrée à la lumière est plus petite.

Selon M. Mille ce résultat est en partie causé par la diffraction qui s'opère sur le bord de la pupille au moment où la lumière la traverse (1).

C. Un objet est-il éloigné de nous, importe-t-il de le voir distinctement, l'attention que nous mettons à le regarder est accompagnée de la dilatation de la pupille, effet qui est cependant subordonné à l'intensité de la lumière qui entre dans l'œil.

D. Concluons de ce qui précède, que les mouvemens de la pupille ont pour résultat général de mettre l'œil en rapport avec les divers degrés d'intensité de la lumière qui entre dans l'œil et avec la distance des objets. C'est dans ces mouvemens, et non dans des déplacemens ou des contractions du cristallin, qu'il faut chercher la raison par laquelle nous voyons distinctement un même objet à des distances différentes.

Pour rendre ce fait évident, il faut injecter une goutte de solution aqueuse d'extrait de belladone entre les paupières; au bout de quelques heures la pupille est dilatée et immobile, état singulier, qui se soutient plusieurs jours. Il est facile alors de juger de l'influence des mouvemens de l'iris sur l'usage habituel de la vue et par conséquent sur l'ajustement rapide de l'œil pour la vision à différentes distances. Ces résultats sont d'autant plus aisés à vérifier, qu'en appliquant la belladone à un seul œil, on se sert de l'autre par comparaison. Voici les résultats qui ont été obtenus par tous ceux qui ont répété ces curieuses expériences :

1o. Aussitôt que la pupille est dilatée et immobile, les objets paraissent confus et enveloppés de nuages;

2o. En employant une lentille ordinaire, on reconnaît que le foyer de l'œil en expérience est deux fois plus long que celui de l'œil qui est resté dans son état ordinaire.

3o. A mesure que l'effet de la belladone diminue, c'est-à-dire que l'iris reprend ses mouvemens, toutes les altérations de la vue disparaissent (2).

---

(1) Voyez sur cette question neuve en optique, le savant mémoire que ce médecin a inséré dans mon *Journal de Physiologie*, t. IV.

(2) J'ai fait dernièrement cette expérience sur un jeune homme miope. Dès que la pupille a été dilatée la vue s'est beaucoup alongée, et de plus il ne pouvait voir distinctement qu'à une distance fixe : en deçà ou au-delà tout devenait trouble et nuageux.

Si la pupille est dilatée et immobile par toute autre cause que l'action de la belladone, comme par exemple à la suite de certaines maladies, les modifications de la vue sont semblables à celles que je viens de signaler.

S. E. Home a cité le cas d'un homme qui, à la suite d'une paralysie, perdit pour toujours la faculté d'adapter ses yeux aux différens objets. Par exemple, il lui était impossible de lire; tous les caractères étaient confus; il distinguait, au contraire, une épingle à dix pieds.

Usage de la choroïde.

La choroïde sert principalement à la vision, par la matière noire dont elle est imprégnée, et qui absorbe la lumière immédiatement après qu'elle a traversé la rétine. On peut regarder comme une confirmation de cette opinion ce qui arrive aux individus chez lesquels quelques-uns des vaisseaux de cette membrane deviennent variqueux : les vaisseaux dilatés chassent la matière noire qui les revêtait, et toutes les fois que l'image de l'objet tombe sur le point de la rétine correspondant à ces vaisseaux, l'objet paraît taché de rouge.

L'état de la vision chez l'homme et chez les animaux albinos, où la choroïde et l'iris ne sont point colorés en noir, vient encore à l'appui de cette assertion : chez eux, la vision est extrêmement imparfaite; pendant le jour, ils voient à peine de manière à pouvoir se conduire.

Mariote, Lecat, et quelques autres, ont attribué à la choroïde la faculté de sentir la lumière. Cette idée est complètement dénuée de preuves (1).

Usages des procès ciliaires.

On n'a que des données très-vagues sur les usages des procès ciliaires. En général, on les croit contractiles; mais les uns pensent qu'ils sont destinés aux mouvemens de l'iris, les autres, à porter le cristallin en avant. M. Jacobson dit qu'ils ont pour usage de dilater les ouvertures que, selon lui, présente antérieurement le canal goudronné, de manière à donner entrée dans ce canal à une portion d'humeur aqueuse, ce qui aurait pour résultat le déplacement du cristallin. Quelques personnes croient aussi que les procès ciliaires sont les organes sécréteurs de la matière noire de la face postérieure de l'iris et de la choroïde, ou même d'une partie de l'humeur aqueuse.

M. Edwards, dans un mémoire sur l'anatomie de l'œil, vient d'annoncer qu'ils contribuent principalement à la sécrétion de l'humeur aqueuse (2). M. Ribes a émis la même opinion ; il ajoute *que les procès ciliaires entretiennent la vie et le mouvement dans le cristallin et l'humeur vitrée.* Il y a cependant des animaux qui n'ont pas de procès ciliaires, et chez lesquels ces humeurs existent. Haller pense qu'ils ont pour usage de maintenir le cristallin dans la position la plus avantageuse. Selon cet anatomiste, ils adhèrent à la capsule cristalline tant par leur pointe que par leur côté postérieur, au moyen de la matière noire dont ils sont recouverts. Pour être vrais disons qu'on ignore les usages et même les propriétés vitales de ces parties.

---

(1) Un grand nombre d'animaux, dont la vue est excellente, ont la choroïde revêtue de couleurs vives et nacrées. (*Voyez* un mémoire de M. Desmoulins, *Journal de Physiologie*, tom. IV.)

(2) Le célèbre Th. Young, secrétaire de la Société royale de Londres, a émis une opinion analogue à celle de M. Edwards, il y a déjà quelques années. (*Voyez* les *Transactions philosophiques*.)

Action de la rétine.

Si nous parlons ici isolément de l'action de la rétine dans la vision, c'est pour faciliter l'étude de cette fonction; dans la réalité, il n'est pas possible de séparer l'action de cette partie de celle du nerf optique, et encore moins de l'action du cerveau et de la cinquième paire, selon mes dernières expériences sur ce sujet.

L'action de la rétine est une action vitale; le mécanisme en est complètement inconnu.

La rétine reçoit l'impression de la lumière quand celle-ci est dans certaines limites d'intensité. Une lumière trop faible n'est point reconnue par la rétine; une lumière trop forte la blesse, et la met hors d'état d'agir.

Quand une lumière trop vive a frappé tout-à-coup la rétine, l'impression se nomme *éblouissement;* et, dès lors, la rétine est pour quelques instans incapable de reconnaître la présence de la lumière. C'est ce qui arrive quand on cherche à regarder fixement le soleil.

Lorsqu'on est resté long-temps dans l'obscurité, une lumière, même faible, produit l'éblouissement.

Si la lumière est excessivement faible, et si malgré cela nous voulons voir les objets, la rétine se fatigue beaucoup, et l'on éprouve bientôt un sentiment douloureux dans l'orbite et même dans la tête.

Une lumière dont l'intensité n'est pas très-forte, mais qui agit pendant un certain temps sur un point déterminé de la rétine, finit par la rendre insensible dans ce point. Lorsque nous regardons pendant quelque temps une tache blanche située sur un fond noir, et qu'ensuite nous transportons notre vue sur un fond blanc, nous croyons y voir une tache noire; c'est parce que la rétine est devenue insensible dans le point qui précédemment a été fatigué par la lumière blanche.

Réciproquement, après que la rétine a été quelque temps sans agir dans un de ses points, tandis que les autres agissaient, le point qui est resté en repos devient d'une sensibilité beaucoup plus grande, ce qui fait paraître les objets comme s'ils étaient semés de points brillans. On explique de cette manière pourquoi, après avoir long-temps regardé une tache rouge, les corps blancs nous paraissent tachés de vert: dans ce cas, la rétine est devenue insensible au rayon rouge, et l'on sait qu'un rayon de lumière blanche dont on soustrait le rouge produit la sensation du vert.

Il arrive des phénomènes analogues lorsqu'on a long-temps regardé fixement un corps rouge ou de toute autre couleur, et qu'on regarde ensuite des corps blancs ou diversement colorés.

Par l'effet d'un instinct admirable, nous connaissons la direction de la lumière qui pénètre la rétine; il semble que nous établissions en principe que la lumière marche en ligne droite, et que cette ligne est la prolongation de celle que suivait la lumière avant de pénétrer dans la cornée. Aussi toutes les fois que la lumière, avant d'arriver à l'œil, a été modifiée dans sa marche normale en ligne droite, nous ne recevons plus par l'œil que des données inexactes. C'est en grande partie de cette cause que naissent les illusions de la vue.

La rétine peut recevoir à la fois des impressions dans chacun des points de son étendue, mais alors les sensations qui en résultent sont peu exactes. Elle peut n'être affectée que par l'image d'un ou de deux objets, quoiqu'un plus grand nombre vienne s'y peindre; la vision est alors plus nette (1).

---

(1) Dans le oiseaux de haut vol, dont la vue a toujours été signalée comme ayant une grande puissance, puisque de la région des nuages ils aperçoivent leur proie et se précipitent sur elle,

La partie centrale de la membrane paraît jouir d'une sensibilité plus exquise que le reste de son étendue ; aussi est-ce sur cette partie centrale que nous faisons tomber l'image quand nous voulons regarder un objet avec attention.

Est-ce seulement par le simple contact que la lumière agit sur la rétine, ou bien faut-il qu'elle traverse cette membrane? La présence de la choroïde dans l'œil, ou plutôt de la matière noire qui la revêt, doit faire pencher vers la seconde opinion.

Le point de la rétine qui correspond au centre du nerf optique, est donné par les physiciens comme insensible à l'impression de la lumière. Je n'en connais aucune preuve directe suffisante.

Tout ce qui vient d'être dit est exact comme phénomène de vision ; mais en affirmant qu'ils dépendent de la rétine, nous serions loin d'être rigoureux ; et plusieurs faits nouveaux, dont la science vient de s'enrichir, nous le démontrent.

D'abord les physiologistes se sont accordés pour regarder la rétine comme la partie la plus sensible du système nerveux ; cette sensibilité est tellement exquise, disent-ils, que le simple contact d'une fluide aussi subtil que l'est la lumière, peut y produire une impression. J'ai reconnu, par l'expérience, que la sensibilité de la rétine est au contraire obscure, si elle existe. En enfonçant dans l'œil une aiguille à cataracte, par la face postérieure de l'organe, les déchirures, les piqûres de la rétine ne produisirent que peu ou point d'effet. Le simple contact d'un corps mousse sur la conjonctive produit une sensation beaucoup plus vive. Ainsi, bien loin que la rétine soit le prototype des organes sensibles, sa sensibilité peut être mise en doute (1).

---

la rétine présente un grand nombre de plis perpendiculaires à sa surface. Ces plis font des saillies de plusieurs lignes dans l'humeur hyaloïde. Peut-être donnent-ils à l'oiseau la faculté de voir distinctement de loin et de près ; car, par un très-léger mouvement de la totalité de l'œil, l'animal peut faire tomber l'image sur des points plus ou moins éloignés du cristallin : alors le foyer de celui-ci peut varier dans une étendue assez considérable. Les oiseaux qui volent peu ne présentent pas ces plis. Tous les oiseaux ont en outre un organe qui n'existe point dans les autres animaux, je veux parler du *peigne*, organe membraneux, noir comme la choroïde, qui part obliquement du fond de l'œil, et va à travers la partie centrale de l'humeur vitrée s'attacher à la face postérieure du cristallin. Les usages de ce peigne sont ignorés. J'ai tenté quelques essais sur cet organe. J'ai remarqué que si on le coupe, la cornée n'est plus attirée au dedans de l'œil après la mort de l'oiseau : d'où je conclus que durant le vie le peigne tire en arrière le cristallin et la cornée, et peut ainsi modifier la courbure de cette dernière et faire varier la position du cristallin.

(1) Je me suis nombre de fois assuré sur des animaux que les piqûres, les déchirures de la rétine ne donnent lieu à aucun indice de douleur ; j'ai vérifié sur l'homme, en opérant la cataracte par abaissement, que la présence et la pression de la pointe de l'aiguille sur la rétine n'y produit aucune sensation. Si je n'avais vu le résultat qu'une ou deux fois, je pourrais encore en douter ; mais je l'ai observé et je l'ai montré à la clinique de mon hôpital assez souvent pour qu'il ne me reste aucune incertitude sur sa réalité.

Il y a plus, les points seuls qu'occupe la rétine sont insensibles, car si en parcourant le fond de l'œil avec l'aiguille à cataracte on la porte en avant, et que l'on touche à l'iris, aussitôt le malade manifeste de la douleur. Aussi l'iris est sensible et la rétine ne l'est pas. L'insensibilité de la rétine est un des faits les plus remarquables sous le point de vue philosophique. Il met dans tout son éclat la supériorité de la méthode expérimentale sur celle qui ne veut employer que le simple raisonnement, et qui se persuade qu'en raisonnant juste on arrive à tout. Quelle déduction plus logique que celle de la grande sensibilité de la rétine ! la membrane qui est sensible au choc de la lumière doit être très-douloureusement affectée par le contact grossier et brutal en quelque sorte d'un corps solide, et si elle était piquée, transpercée, la douleur serait inexprimable ! Tout cela est vrai selon notre raisonnement, et certes ceux qui concluaient ainsi l'exquise sensibilité de la rétine, ne donnaient pas preuve d'un faux jugement. Eh bien ! une seule expérience renverse et détruit cette logique en apparence très-sévère. Combien de raisonnemens semblables disparaîtront à mesure que la physiologie expérimentale fera des progrès. Concluons : *Quel que soit le degré de probabilité d'un fait, ne négligeons jamais de le vérifier par l'expérience.*

Mais elle est au moins l'agent nerveux destiné à recevoir les impressions de la part de la lumière ? D'après les idées qui ont régné jusqu'ici, il est difficile de comprendre comment une pareille question peut être posée.

Cependant, mes expériences montrent que rien n'est plus naturel. J'ai coupé la cinquième paire sur un animal ; aussitôt il a perdu la vue du même côté. J'ai coupé celle du côté opposé, l'animal est devenu immédiatement aveugle. La lumière du jour, ni même une lumière artificielle très-forte, concentrée avec une loupe, ne donnent plus aucun indice d'impression.

On ne saurait croire le trouble que ce résultat, constaté un grand nombre de fois, jeta d'abord dans mon esprit. Serait-il possible, me disais-je, que la rétine ne fût pas le principal organe de la sensibilité de l'œil, pour la lumière ? Serait-ce par hasard le nerf de la cinquième paire ? Pour m'en assurer, je coupai le nerf optique à son entrée dans l'œil ; si le nerf de la cinquième paire ou tout autre pouvait sentir la lumière, la section que j'avais faite ne devait pas s'y opposer. Mais il en fut autrement ; la vue fut complètement abolie, ainsi que toute sensibilité, pour la lumière la plus forte, même celle du soleil, concentrée au moyen d'une loupe.

Je voulus soumettre à cette dernière épreuve un animal dont la cinquième paire seule était coupée ; je reconnus aisément qu'en faisant brusquement passer l'œil de l'ombre à la lumière directe du soleil, il y avait impression, car les paupières se fermaient. Toute sensibilité n'est donc pas perdue dans la rétine, par la section de la cinquième paire ; mais il n'en reste qu'une faible partie, et cette membrane ne peut concourir à la vue que sous l'influence d'un autre nerf. Nous verrons plus tard qu'il en est à peu près de même pour deux autres sens.

Action du nerf optique.

Il est probable que le nerf optique transmet au cerveau, dans un instant indivisible, l'impression que la lumière fait sur la rétine ; mais l'on ignore absolument par quel mécanisme.

Le nerf optique, soumis à l'expérience, offre les mêmes propriétés que la rétine, avec laquelle il se continue. Il est insensible aux piqûres, sections, lacérations, et son action dans la vue est sous la dépendance de la cinquième paire.

Quant à son entrecroisement avec celui du côté opposé, nul doute qu'il n'existe ; les faits que j'ai rapportés sont, je pense, démonstratifs (1).

Cette disposition anatomique doit sans doute avoir une grande influence sur la transmission des impressions reçues par les yeux ; mais c'est encore là un point sur lequel il est difficile de faire des conjectures qui aient un certain degré de probabilité.

Action simultanée des deux yeux.

Quoi qu'on en ait pu dire à diverses époques, et quelques efforts qu'ait faits dans

---

(1) M. Pouillet, dans le *Traité de Physique* qu'il vient de publier, ne partage pas ce sentiment ; il croit que ce qui peut être vrai pour les animaux pourrait ne pas l'être pour l'homme, et que Wollaston n'a jamais parlé que de ce dernier. A cela je dirai que pour des dispositions anatomiques du genre de celles dont il est ici question, l'homme ne diffère pas des mammifères ; j'ajouterai qu'ayant eu l'occasion de faire mes objections, en Angleterre, au savant physicien dont le monde intellectuel déplore la perte à tant de titres, il ne parut pas douter que, si la section de la décussation sur la selle turcique produisait la cécité, il ne fallût en conclure l'entrecroisement total et non partiel.

Je ne crois pas qu'il ait insisté sur sa conjecture depuis la publication de mes expériences.

ces derniers temps M. Gall pour prouver qu'on ne voit jamais que d'un œil, il est démontré non-seulement que les deux yeux concourent en même temps à la vision, mais encore qu'il faut absolument qu'ils agissent ainsi pour certains actes très-importans de cette fonction. Il est des cas cependant où il est avantageux de n'employer qu'un seul œil : par exemple, quand il s'agit de juger sainement de la direction de la lumière ou de la situation des corps par rapport à nous. C'est ainsi que nous fermons un œil pour tirer un coup de fusil, pour disposer une suite de corps de niveau sur une ligne droite, etc.

Il est encore une circonstance où il est fort avantageux de n'employer qu'un œil, c'est lorsque les deux organes sont inégaux, soit en force réfringente, soit en sensibilité. C'est aussi pour la même raison que nous fermons un œil quand nous nous servons d'une lunette.

Mais, ces cas exceptés, il est de la plus grande importance de se servir des deux yeux à la fois. Voici une expérience qui m'est particulière, et qui me semble prouver que les deux yeux voient à la fois un même objet.

Recevez dans une chambre obscure l'image du soleil sur un plan, prenez des verres assez épais, et dont chacun présente une des couleurs du prisme, mettez-les devant les yeux : si vous avez la vue bonne et surtout les yeux égaux en force, l'image du soleil vous paraîtra d'un blanc sale, quelle que soit la couleur des verres que vous employiez. Si l'un de vos yeux est beaucoup plus fort que l'autre, vous verrez l'image du soleil de la couleur du verre qui est placé devant l'œil le plus fort. Ces résultats ont été constatés en présence de M. Tillaye fils, dans le cabinet de physique de la Faculté de Médecine.

Un même objet produit donc réellement deux impressions, et cependant le cerveau n'en perçoit qu'une. Pour cela il faut que les mouvemens des deux yeux soient en harmonie. Si à la suite d'une maladie le mouvement régulier des yeux n'existe plus, nous recevons deux impressions d'un même objet, ce qui constitue le strabisme. On peut aussi à volonté recevoir deux impressions d'un même corps ; il suffit pour cela de rompre volontairement l'harmonie du mouvement des yeux.

Estimation de la distance des objets.

La vision résulte essentiellement du contact de la lumière sur la rétine, et cependant nous rapportons toujours la cause de la sensation aux corps d'où part la lumière, et qui sont souvent fort éloignés. Il est évident que ce résultat ne peut être que l'effet d'un travail intellectuel.

Nous jugeons bien différemment de la distance des corps suivant le degré de cette distance; nous en jugeons sainement lorsqu'ils sont près de nous; il n'en est pas de même lorsqu'ils sont un peu éloignés : alors nos jugemens sont souvent erronés; mais lorsque les objets sont dans un grand éloignement, nous sommes constamment dans l'erreur.

L'action réunie des deux yeux est absolument nécessaire pour juger exactement de la distance, comme le prouve l'expérience suivante :

Suspendez à un fil un anneau, adaptez à l'extrémité d'une longue baguette un crochet qui puisse facilement entrer dans cet anneau; placez-vous à une distance convenable, et cherchez à y introduire ce crochet: en vous servant des deux yeux, vous réussirez facilement à chaque coup; mais si vous fermez un œil et que vous veuillez enfiler l'anneau, vous n'y réussirez plus ; le crochet ira au-delà ou restera en-deçà, et ce ne sera que par hasard ou en tâtonnant long-temps que vous y parviendrez. Les personnes qui ont les yeux d'une force très-inégale ne réussissent pas dans cette expérience, même lorsqu'elles se servent des deux yeux.

Qu'une personne perde un œil par un accident, il se passera quelquefois un an avant qu'elle puisse juger sainement de la distance des corps placés près

d'elle (1). En général, les personnes qui n'ont qu'un œil jugent beaucoup moins bien de la distance. La grandeur de l'objet, l'intensité de la lumière qui en part, la présence des corps intermédiaires, etc., influent beaucoup sur le jugement que nous portons relativement à la distance.

Nos jugemens sont beaucoup plus exacts quand les objets sont placés sur le même plan que nous. Lorsque nous regardons du haut d'une tour les objets situés en bas, il nous paraissent plus petits que s'ils se trouvaient, à la même distance, sur un plan horizontal. Il en est de même lorsque nous regardons des objets placés au-dessus de nous. De là la nécessité de donner un volume considérable aux objets qu'on veut mettre au haut des édifices, et qui sont destinés à être vus de loin. Plus un objet a de petites dimensions, plus il doit être placé près de l'œil pour être vu distinctement. Aussi ce qu'on appelle point de vue distinct, est-il très-variable; on voit distinctement un cheval à dix mètres, et on ne verrait pas de même un oiseau à cette distance. Si je veux examiner le poil ou la plume de ces animaux, l'œil la besoin d'en être très-près. Cependant un même objet peut-être vu distinctement à des distances différentes; par exemple, il est différent à beaucoup de personnes de placer le livre qu'elles lisent à un pied ou à deux pieds de l'œil; l'intensité de la lumière qui éclaire un objet influe beaucoup sur la distance à laquelle il peut être vu distinctement.

Estimation de la grandeur des corps.

La manière dont nous arrivons à juger sainement de la grandeur des corps, dépend bien plus de l'intelligence et de l'habitude que de l'action même de l'appareil de la vision.

Nous établissons nos jugemens relativement aux dimensions des corps sur la grandeur de l'image qui se forme au fond de l'œil, sur l'intensité de la lumière qui part de l'objet, sur la distance où nous croyons qu'il est placé, et surtout sur l'habitude que nous avons de voir des objets semblables. C'est pourquoi on juge difficilement de la grandeur d'un corps qu'on voit pour la première fois, quand on n'en apprécie pas la distance. Une montagne que nous voyons de loin pour la première fois nous paraît en général beaucoup plus petite qu'elle ne l'est réellement; c'est que nous la croyons près de nous, tandis qu'elle en est encore très-éloignée.

Au-delà d'une distance un peu considérable, nous tombons dans une illusion que le jugement ne peut détruire. Les objets nous paraissent infiniment plus petits qu'ils ne le sont réellement : c'est ce qui nous arrive pour les corps célestes.

Estimation du mouvement des corps.

Nous jugeons du mouvement d'un corps par celui de son image sur la rétine, par les variations de grandeur de cette image, ou, ce qui revient au même, par le changement de direction de la lumière qui parvient à l'œil.

Pour que nous puissions suivre le mouvement d'un corps, il ne faut pas qu'il soit déplacé trop rapidement, car alors nous ne l'apercevrions pas; c'est ce qui arrive pour les projectiles lancés par la poudre, surtout quand ils passent près de nous. Quand ils se meuvent loin de nous, comme ils envoient beaucoup plus long-temps de la lumière dans l'œil, parce que le champ de la vision est plus grand, il nous est plus facile de les apercevoir. Pour juger sainement du mouvement des corps, il ne faut pas être soi-même en mouvement.

---

(1) J'ai eu occasion de voir, à cet égard, un cas très-remarquable. La personne qui avait perdu un œil fut, pendant plusieurs mois, obligée de tâtonner pour saisir un corps placé à sa portée.

Nous apercevons difficilement le déplacement des corps qui s'éloignent ou qui s'approchent de nous, quand ils sont à une distance considérable. En effet, nous ne jugeons dans ce cas du mouvement du corps que par la variation de la grandeur de l'image. Or, cette variation étant infiniment petite, puisque le corps est très-éloigné, il nous est très-difficile et quelquefois même impossible de l'apprécier.

En général, nous reconnaissons très-difficilement, quelquefois même nous ne pouvons reconnaître, le mouvement des corps qui se déplacent avec beaucoup de lenteur, soit que cet effet dépende de la lenteur réelle du mouvement, comme dans le cas de l'aiguille d'une montre, soit qu'il résulte de la lenteur du mouvement de l'image sur la rétine, comme cela a lieu pour les astres et les objets très-éloignés de nous.

Des illusions d'optique.

D'après ce que nous venons de dire sur la manière dont nous jugeons de la distance, de la grandeur et du mouvement des corps, il est aisé de voir que souvent la vue nous induit en erreur.

Ces erreurs sont connues en physique et en physiologie sous le nom d'*illusions d'optique*. En général, nous jugeons assez bien des corps placés près de nous, mais nous nous trompons ordinairement à l'égard de ceux qui sont dans le lointain.

Les illusions dans lesquelles nous tombons relativement aux objets voisins tiennent, soit à la réflexion, soit à la réfraction que subit la lumière avant d'arriver à l'œil, et à cette loi que nous établissons instinctivement, savoir, que la marche de la lumière se fait toujours en ligne droite. C'est à cette cause qu'il faut rapporter ces illusions occasionées par les miroirs : nous voyons les objets derrière les miroirs plans, justement dans le prolongement du rayon qui arrive à l'œil. A cette cause se rapporte de même l'accroissement ou la diminution apparente du volume d'un corps que nous regardons à travers un verre : si celui-ci fait converger les rayons, le corps nous paraîtra plus gros; s'il les fait diverger, l'objet nous semblera plus petit. L'usage de ces verres produit encore une autre illusion : les objets paraissent entourés des couleurs du spectre solaire, parce que les surfaces du verre, n'étant point parallèles, décomposent les rayons lumineux à la manière du prisme.

Les objets éloignés nous causent sans cesse des illusions auxquelles nous ne pouvons nous soustraire, parce qu'elles résultent de certaines lois qui régissent l'économie animale. Un objet nous semble d'autant plus près de nous que son image occupe un espace plus considérable sur la rétine, ou que la lumière qui en part a plus d'intensité. De deux objets de volume différent, également éclairés et placés à égale distance, le plus grand paraîtra le plus près, à moins de circonstances particulières qui puissent faire juger sainement de la distance. De deux objets d'un volume égal et placés à une égale distance de l'œil, mais inégalement éclairés, le plus éclairé paraîtra le plus près; il en serait de même si les objets étaient à des distances inégales, comme on peut s'en convaincre en regardant une file de réverbères : s'il s'en trouve un parmi eux dont la lumière soit plus intense, il paraîtra le premier de la file, tandis que celui qui est réellement le premier paraîtra le dernier s'il est le moins éclairé.

Un même objet, vu sans intermédiaire, nous semble toujours plus près que lorsqu'il se trouve entre notre œil et lui des corps qui peuvent influencer le jugement que nous portons sur sa distance.

Quand notre œil est frappé par un objet éclairé, tandis que ceux qui l'entourent sont dans l'obscurité, cet objet paraît beaucoup plus près qu'il ne l'est dans la réalité. C'est l'effet que produit une lumière dans la nuit.

Les objets paraissent d'autant plus petits qu'ils sont plus éloignés. Ainsi, les arbres qui composent une longue allée, sont pour nous d'autant plus petits et plus rapprochés l'un de l'autre, qu'ils sont à une plus grande distance.

C'est en tenant compte de toutes ces illusions et des lois de l'économie animale sur lesquelles elles sont fondées, que les arts parviennent à en produire à volonté. La peinture, par exemple, ne fait autre chose dans certains cas que de transporter sur la toile les erreurs d'optique dans lesquelles nous tombons habituellement.

La construction des instrumens d'optique est aussi fondée sur ces principes : ceux-ci augmentent l'intensité de la lumière qui part des objets ; ceux-là la rendent divergente ou convergente, afin de grossir ou de diminuer pour nous le volume apparent des objets, etc., etc.

Il est un certain nombre d'illusions que nous parvenons à faire cesser par l'exercice du sens de la vue, comme le prouve l'histoire très-curieuse de l'aveugle dont parle Cheselden.

Ce célèbre chirurgien anglais donna la vue, par une opération de chirurgie (1), à un aveugle de naissance fort intelligent : il observa la manière dont le développement de ce sens se fit chez ce jeune homme. « Lorsqu'il vit pour la première fois la lumière, il était si éloigné de pouvoir juger en aucune façon des distances, qu'il croyait que tous les objets touchaient ses yeux (ce fut l'expression dont il se servit), comme les choses qu'il palpait touchaient sa peau. Les objets qui lui étaient le plus agréables étaient ceux dont la forme était unie et la figure régulière, quoiqu'il ne pût encore former aucun jugement sur leur forme, ni dire pourquoi ils lui paraissaient plus agréables que les autres : il n'avait eu pendant le temps de sa cécité que des idées si faibles des couleurs, qu'il pouvait distinguer alors à une forte lumière, qu'elles n'avaient pas laissé de traces suffisantes pour qu'il pût les reconnaître. En effet, lorsqu'il les vit, il disait que les couleurs qu'il voyait n'étaient pas les mêmes que celles qu'il avait vues autrefois; il ne connaissait la forme d'aucun objet, et il ne distinguait aucune chose d'une autre, quelque différentes qu'elles pussent être de figure ou de grandeur : lorsqu'on lui montrait des objets qu'il connaissait auparavant par le toucher, il les regardait avec attention, et les observait avec soin pour les reconnaître une autre fois; mais comme il avait trop d'objets à retenir à la fois, il en oubliait le plus grand nombre; et dans le commencement qu'il apprenait, comme il disait, à voir et à reconnaître les objets, il oubliait mille choses pour une qu'il retenait. Il se passa plus de deux mois avant qu'il pût reconnaître que les tableaux représentaient des corps solides ; jusqu'alors il ne les avait considérés que comme des plans différemment colorés, et des surfaces diversifiées par la variété des couleurs; mais lorsqu'il commença à concevoir que ces tableaux représentaient des corps solides, il s'attendait à trouver en effet des corps solides en touchant la toile du tableau, et il fut très-étonné lorsqu'en touchant les parties qui, par la lumière et les ombres, lui paraissaient rondes et inégales, il les trouva plates et unies comme le reste; il demandait quel était donc le sens qui le trompait, si c'était la vue ou si c'était le toucher. On lui montra alors un petit portrait de son père, qui était dans la boîte de la montre de sa mère : il dit qu'il connaissait bien que c'était la ressemblance de son père; mais il demandait, avec un grand étonnement, comment il était possible qu'un visage aussi large pût tenir dans un si petit lieu ; que cela lui paraissait aussi impossible que de faire tenir un boisseau dans une pinte. Dans les commencemens, il ne pouvait supporter qu'une très-faible lumière, et il voyait tous les objets extrêmement gros; mais à mesure qu'il voyait des choses plus grosses, il jugeait les premières plus petites : il croyait qu'il n'y avait rien au-delà des limites de ce qu'il voyait. On lui fit la même opération sur l'autre œil plus d'un an après la première, et elle réussit également. Il vit d'abord de ce second œil les objets beaucoup plus grands qu'il ne les voyait de l'autre, mais cependant pas aussi grands qu'il les avait vus du premier œil; et lorsqu'il regardait

(1) On croit généralement que c'est l'opération de la cataracte, mais il y a tout lieu de penser que l'opération faite à ce jeune homme est l'incision de la membrane pupillaire.

le même objet des deux yeux à la fois, il disait que cet objet lui paraissait une fois plus grand qu'avec son premier œil, mais il ne le voyait pas double, ou du moins on ne put pas s'assurer qu'il eût vu les objets doubles, lorsqu'on lui eut procuré l'usage de son second œil. »

Cette observation n'est pas unique; il en existe un certain nombre d'autres, et toutes ont donné des résultats à peu près semblables. Telle est celle que l'on va lire : On a vu, en 1819, à l'Hôtel-Dieu de Paris, une jeune fille de six ans, envoyée des environs de Beaune pour être opérée d'une cataracte congéniale à l'œil droit. (L'œil gauche était atrophié.)

La vision était nulle ; les autres sens, très-délicats, avaient acquis un développement capable de suppléer à son défaut. La manière dont cet enfant se servait de ses sens était remarquable. Était-elle appelée, son oreille lui faisait distinguer sûrement le lieu d'où partait le son, quelle que fût la direction dans laquelle il arrivât à son oreille. Elle s'acheminait aussitôt vers le lieu, portant ses mains comme des tentacules, haussant les pieds comme si elle avait eu des degrés à monter, et les posant avec précaution, comme s'il eût fallu se garantir d'un précipice.

Approchait-on quelque corps de ses mains, elle le reconnaissait le plus communément au simple toucher; si ce sens lui laissait des doutes, elle soumettait le corps à l'odorat, et, si elle le jugeait propre à sa nourriture, elle le soumettait à une troisième épreuve, celle du goût.

Cette succession d'épreuves n'était jamais plus marquée que lorsqu'on avait cherché à la tromper; alors la vigilance de ses sens redoublait, et il était rare qu'elle n'évitât pas les piéges qui lui étaient tendus.

Malgré l'extrême susceptibilité des organes sensitifs, ils n'étaient aucunement exercés; ils ne s'étaient appliqués qu'à un petit nombre de sensations relatives à la vie animale et à l'instinct ; la petite malade ne pouvait former ou suivre aucun raisonnement.

Elle fut opérée avec succès.

Douze jours après l'opération on la fit promener seule et sans guide, et on remarqua qu'elle voyait assez pour ne plus se heurter contre les murs; elle n'avait encore, il est vrai, aucune idée des distances, et, si on lui présentait quelque chose, elle portait constamment ses mains au-delà. Il en était de même lorsqu'on lui indiquait un but, elle l'outrepassait toujours, et ne l'atteignait qu'après l'avoir cherché et plusieurs fois dépassé. Si on mettait une chandelle allumée devant son œil, aussitôt elle le fixait sur la lumière, et paraissait prendre grand plaisir à suivre les déplacemens de celle-ci. Posait-on la main entre la lumière et son œil, elle portait aussitôt la sienne pour écarter le corps qui empêchait les rayons lumineux d'arriver jusqu'à elle.

En multipliant les expériences, on acquit la certitude qu'elle avait la sensation de tous les objets qu'on lui présentait, mais qu'elle n'en pouvait distinguer ni la couleur ni la forme.

On fit par la suite de vaines tentatives pour lui en apprendre et lui en faire répéter les noms.

Il y avait deux mois que l'opération était faite, et cependant la vision restait à peu près au même point; rien n'annonçait même qu'elle dût s'améliorer : on était assuré par des indices certains que la faculté visuelle existait; il restait seulement à savoir quelle cause s'opposait à son exercice.

Il fut aisé de reconnaître que l'enfant ne regardait pas : or, pour voir, il faut regarder. Il fallait donc l'instruire à regarder, c'est-à-dire à diriger et à fixer ses yeux sur les objets. Ce fut pour elle une occupation longue et difficile, de laquelle elle n'obtint que peu de succès. On ne tarda même pas à s'apercevoir que l'habitude qu'elle avait de suppléer à la vue par les autres sens s'opposait à ce qu'elle usât de celui-ci. Pour lui en faire sentir le prix, il fallait l'obliger à renoncer au secours de l'ouïe, de l'odorat, et surtout des mains, qui étaient l'organe des sens dont elle fai-

sait le plus grand usage. Pour atteindre ce but, on fit d'abord tenir les mains attachées derrière le dos; dès-lors, elle fut forcée de regarder, de calculer les distances et de se guider à l'aide de son œil; bientôt elle y vit assez bien pour marcher la tête levée et d'un pas assuré. Ces améliorations n'empêchèrent pas de remarquer que, par l'effet d'une habitude contractée dès son enfance, elle se servait trop de son ouïe pour tirer de son œil tout le parti qu'elle pouvait en retirer. On fit donc suspendre l'usage de ce sens. Pour cela, on lui fit boucher exactement les oreilles, en même temps qu'on lui faisait tenir les mains attachées derrière le dos. La privation de ces deux sens l'étonna d'abord, mais elle reprit bientôt ses promenades accoutumées sans se heurter. Voulant alors vérifier si quelque autre sens que la vue ne lui tenait pas lieu du toucher et de l'ouïe, on lui fit mettre la tête dans un sac noir en lui laissant la liberté des mains et des oreilles; dès-lors, elle ne marcha qu'en hésitant, en tâtonnant, en se heurtant. Il était donc évident qu'elle s'était dirigée auparavant à l'aide de son œil. A cette époque ses habitudes étaient déjà changées, ses relations et ses besoins se multipliaient : avant l'opération elle restait au lit ou sur une chaise, ses mouvemens étaient sans but, et semblables à ceux qu'exécutent certains animaux enfermés dans une cage étroite. Depuis l'opération, au contraire, elle demandait à se lever et marchait hardiment sans se heurter.

Elle se promenait seule, précédait et suivait les visites, et, mêlée à la foule, elle s'en dégageait sans peine et sans le secours de ses mains, qui restaient constamment fixées sur son dos ; elle connaissait les autres malades, trouvait aisément leur lit, recherchait leur société, leur rendait des petits services, paraissait les comprendre, et agissait conformément à ce qu'ils lui disaient, mais elle ne parlait jamais. Enfin, après deux mois et demi de soins et de constance, elle avait assez fait de progrès dans l'éducation de sa vue pour se conduire seule et sans le secours de ses mains dans toutes les parties de l'hôpital, pour revenir de là à son lit, pour satisfaire à tous ses besoins, et même pour trouver goût à des jeux qui lui étaient auparavant inconnus ou impossibles.

Cette acquisition d'un sens qu'elle avait ignoré jusqu'alors, avait déjà commencé à influer sur son intelligence ; elle était toujours incapable de soutenir une conversation, mais elle était devenue susceptible d'attention. On la surprenait souvent occupée à répéter les questions qui lui étaient adressées, ou bien les choses qu'elle avait entendues ; elle semblait préluder, par ces soliloques, aux conversations auxquelles elle s'était constamment refusée. Il est probable qu'en lui continuant pendant quelque temps les mêmes soins, on eût réussi à lui rendre toute son intelligence : mais, les réglemens de l'hôpital ne permettant pas d'y prolonger plus long-temps son séjour, elle fut renvoyée dans son pays.

Déduisons de ce fait et du précédent, que les jugemens exacts portés sur la distance, la grandeur, la forme, etc., des objets, sont le résultat de l'exercice, ou, ce qui revient au même, de l'éducation du sens de la vue : résultat qui va être confirmé par la considération de la vision dans les différens âges.

Vision dans les différens âges.

L'œil est une des premières parties qui se forment dans le fœtus. Dans l'embryon, les yeux se présentent sous l'aspect de deux points noirs. A sept mois, ils sont déjà capables de modifier la lumière, au point de former une image sur la rétine, comme nous nous en sommes assuré par l'expérience. Jusqu'à cette époque, les yeux n'auraient pas pu remplir cet usage, puisque la pupille est fermée par la membrane pupillaire (1). A sept mois, cette membrane disparaît : on dit communément qu'elle se

(1) D'après M. Edwards, la membrane pupillaire et formée par la prolongation de la mem-

rompt; il est probable qu'elle est absorbée. Cette époque est aussi celle de la viabilité du fœtus. On trouve cependant des yeux de fœtus qui, à six et même cinq mois, ne présentent plus de trace de cette membrane.

Il y a quelques différences entre l'œil de l'enfant et celui de l'adulte : elles sont peu remarquables. Chez le premier, la sclérotique est plus mince et même légèrement transparente ; la choroïde est rougeâtre en dehors, et la teinte noire de la face interne est moins foncée; la rétine est plus développée proportionnellement ; l'humeur aqueuse est plus abondante, ce qui donne plus de saillie à la cornée; enfin le cristallin est beaucoup moins consistant que chez l'adulte. Avant la naissance, les paupières sont rapprochées et comme collées. (Chez certains animaux même, elles sont réunies par la conjonctive palpébrale, qui passe de l'une à l'autre, et qui ne se rompt qu'après la naissance.)

A mesure qu'on avance en âge, la quantité des humeurs de l'œil diminue insensiblement jusqu'à l'âge adulte ; passé cet âge, elle diminue d'une manière beaucoup plus marquée. Cette diminution est surtout manifeste dans la vieillesse avancée.

Le cristallin en particulier non-seulement devient plus dense, mais il prend une couleur jaune, d'abord clair et ensuite de plus en plus foncé. En même temps que le cristallin éprouve ce changement, il prend une dureté plus grande, contracte une légère opacité, qui peut aller, avec les progrès de l'âge, jusqu'à une opacité presque complète.

Une autre modification de l'œil mérite d'être remarquée : la choroïde est brun noir chez les enfans, elle l'est un peu moins foncé à vingt ans ; elle commence, à trente ans, à prendre une couleur gris de lin, et, à mesure qu'on avance en âge, cette dernière teinte s'éclaircit tellement, qu'à quatre-vingts ans la choroïde est presque incolore (1).

L'œil est donc très-bien conformé chez l'enfant naissant, pour agir sur la lumière; aussi se forme-t-il des images sur la rétine, comme l'expérience le démontre. Cependant, dans le premier mois de sa vie, l'enfant ne donne aucun signe qui indique qu'il jouisse de la vue; ses yeux ne se meuvent que lentement et d'une manière incertaine (2); ce n'est même que vers la septième semaine qu'il commence à exercer la vue. Il n'y a d'abord qu'une lumière éclatante qui puisse le frapper et l'intéresser; il semble se complaire à voir le soleil; bientôt il devient sensible à la simple clarté du jour. Ici l'exercice développe leur sensibilité au lieu de l'émousser, comme cela a lieu le plus souvent. Cependant il ne distingue encore aucun objet; les premiers qui le frappent sont les objets rouges ; en général les couleurs les plus vives sont celles qu'il affectionne. Au bout de quelques jours, il arrête sa vue sur les corps, dont il paraît distinguer les couleurs; mais il n'a aucune idée ni des distances ni des grandeurs. Il étend la main pour saisir les objets les plus éloignés; et comme le premier de ses besoins est de se nourrir, il porte à sa bouche tout ce qu'il a saisi, quelles qu'en soient les dimensions. Ainsi, la vue est très-imparfaite dans le premier temps de la vie; mais par l'exercice, et surtout par les jugemens que font naître les erreurs

---

brane de l'humeur aqueuse, et par celle de la lame externe de la choroïde. D'après le même anatomiste, il n'y a point d'humeur aqueuse dans la chambre antérieure, avant la rupture de la membrane pupillaire, tandis que cette humeur et accumulée dans la chambre postérieure : ce qui prouve, 1° que la membrane de l'humeur aqueuse n'est point l'organe sécréteur de cette humeur; 2° que cet organe existe dans la chambre postérieure; qu'avant le septième mois, la membrane de l'humeur aqueuse présente tous les caractères des membranes séreuses, et particulièrement celui de former un sac sans ouverture.

(1) Vid. J. Petit, *Ann. des Sc.*, ann. 1726 et 1735, et *Journal de Phys.*, t. IV, p. 89.

(2) Je me suis assuré que les enfans, immédiatement après la naissance, éprouvent une sensation assez vive de la part de la lumière; ils manifestent leur impression en fermant et contractant les paupières. Mais nous avons montré que *voir* et *sentir la lumière* sont deux choses différentes.

continuelles où tombe l'enfant, sa vue se perfectionne par une véritable éducation.

On a cru que les enfans voyaient les objets doubles et renversés; rien ne prouve cette assertion. On a dit aussi, mais sans plus de fondement, que les parties réfringentes de leur œil étant plus abondantes, ils devaient voir les objets plus petits qu'ils ne le sont réellement.

La vue a bientôt acquis toute la perfection dont elle est susceptible, et elle ne subit en général de modifications que vers la première vieillesse. C'est alors que le changement que nous avons indiqué dans les humeurs de l'œil tend à la rendre moins distincte; mais ce qui contribue surtout à l'affaiblir, c'est la diminution de la sensibilité de la rétine.

Trois causes se réunissent pour altérer la vue chez le vieillard: 1° la diminution de quantité des humeurs de l'œil, circonstance qui, diminuant la force réfringente de l'organe, fait que le vieillard ne distingue plus nettement les objets voisins, et qu'il est obligé, pour les apercevoir, ou de les éloigner, parce que de cette manière la lumière qui pénètre dans l'œil est moins divergente, ou d'employer des lunettes à verres convexes, qui diminuent la divergence des rayons; 2° l'opacité commençante du cristallin, qui trouble la vue, et tend, par son accroissement, à amener la cécité en produisant la maladie connue sous le nom de cataracte; 3° enfin la diminution de sensibilité de la rétine, ou, plus exactement, du système nerveux, qui s'oppose à la perception des impressions produites sur l'œil, et qui conduit à une cécité complète et incurable (1).

AUDITION.

L'audition est une fonction destinée à nous faire connaître le mouvement vibratoire des corps.

Le son est à l'ouïe ce que la lumière est à la vue. Le son est le résultat de l'impression que produit sur l'oreille un mouvement vibratoire imprimé aux molécules d'un corps, par la percussion ou toute autre cause. Ce mot désigne quelquefois le mouvement vibratoire lui-même. Quand les molécules d'un corps ont été ainsi mises en mouvement, elles le communiquent, suivant certaines lois, aux corps élastiques qui les environnent: ceux-ci se comportent de même, et de proche en proche le mouvement vibratoire se propage quelquefois très-loin. Les corps élastiques en général peuvent seuls produire et propager le son; mais ordinairement les corps solides le produisent, tandis que l'air est le plus souvent le véhicule qui le transmet à notre oreille.

On distingue dans le son l'*intensité*, le *ton* et le *timbre*.

L'*intensité* du son dépend de l'étendue des vibrations.

Le *ton* dépend du nombre des vibrations qui se produisent dans un temps donné;

(1) La plupart des physiologistes et des physiciens regardent l'affaiblissement de la teinte de noir de la choroïde et la disparition de la couche coloriée de l'iris comme des circonstances défavorables à la vue du vieillard; mais, d'après les recherches de mon collaborateur Desmoulins, dont la science déplore la perte, il semblerait que cette idée n'est pas fondée. En effet, un grand nombre d'animaux à tapis, c'est-à-dire dont la choroïde est en totalité ou en partie de couleur éclatante et nacrée, ont cependant la vue remarquable par sa bonté; ces animaux ont, en général, la pupille en forme de fente quand elle est contractée; tels sont les chats, les chevaux, les renards, etc. Si chez ces animaux l'éclat et le reflet de la choroïde concourent à la perfection de la vue, il serait présumable que chez le vieillard la disparition de la couleur noire de la choroïde protége sa vue au lieu d'y nuire, comme on le pense généralement. (*Vid.* Desmoulins, sur l'usage des couleurs de la choroïde chez les animaux vertébrés, *Journal de Physiologie*, t. IV, p. 89; vid. *Anim. Æcon.* de Hunter, p. 242 et 253.)

et, sous ce rapport, le son est distingué en *aigu* et en *grave*. Le son grave naît de vibrations peu nombreuses, le son aigu est formé de vibrations très-multipliées.

Le son le plus grave que l'oreille puisse percevoir, est, dit-on, formé de trente vibrations par seconde; la plupart des physiciens ont avancé que le son le plus aigu est formé de douze mille vibrations; mais M. Savart vient de prouver, par une série d'expériences et par des instrumens aussi ingénieux que précis, que l'oreille perçoit des sons de 48,000 vibrations (1). Entre ces deux limites sont renfermés les sons *comparables* ou *appréciables*, c'est-à-dire des sons dont l'oreille compte instinctivement les vibrations. Le bruit diffère du son appréciable, en ce que l'oreille ne distingue pas le nombre des vibrations dont il est formé.

Un son comparable, composé du double de vibrations d'un autre son, est dit à l'octave de celui-ci. Entre ces deux sons (*ut*) il en est d'intermédiaires, qui sont au nombre de six, et qui constituent l'échelle diatonique, ou la gamme; on les désigne par les noms *ré*, *mi*, *fa*, *sol*, *la*, *si*.

Quand on met en mouvement un corps sonore par un moyen quelconque d'ébranlement, on entend d'abord un son très-distinct, plus ou moins intense, plus ou moins aigu, etc., suivant les cas: c'est le son *fondamental;* avec un peu d'attention on reconnaît qu'il se produit en même temps d'autres sons. On nomme ceux-ci *harmoniques*. Cette remarque se fait facilement en pinçant la corde d'un instrument.

Il paraît que le *timbre* du son dépend de la nature du corps sonore, ainsi que du plus ou moins grand nombre d'harmoniques qui se produisent en même temps que le son principal.

Le son se propage à travers tous les corps élastiques. La vitesse de sa marche est variable suivant le corps qui sert à le propager. Le son parcourt dans l'air mille quarante-deux pieds par seconde. Sa transmission est encore plus rapide à travers l'eau, la pierre, le bois, etc. (2). En se propageant, le son perd en général de sa force en raison directe du carré de la distance; c'est au moins ce qui a lieu pour l'air. Il peut aussi, dans quelques cas, et dans certaines limites, acquérir de l'intensité en se propageant; c'est lorsqu'il marche au travers de corps très-élastiques, comme les métaux, le bois, l'air condensé, etc.

Les sons aigus, graves, intenses, faibles, etc., se propagent avec une égale rapidité, et sans se confondre.

On pense généralement que le son se propage en ligne droite, en formant des cônes analogues à ceux que forme la lumière, avec cette différence essentielle cependant que, pour les cônes sonores, les molécules n'ont qu'un mouvement d'oscillation, tandis que pour les cônes lumineux elles ont un mouvement de transport.

Quand une corde est à l'unisson d'une autre corde, c'est-à-dire quand elle produit le même son, mise en vibration de la même manière, elle offre une propriété remarquable: elle vibre et produit le son qui lui est propre, si ce son est produit dans son voisinage. Cette propriété des cordes à l'unisson était connue depuis longtemps, mais on ne savait pas aussi bien que tous les corps sont susceptibles de vibrer, et d'offrir un phénomène analogue à celui que présentent les cordes.

M. Savart a montré, par une série d'expériences ingénieuses, que toutes les membranes élastiques, sèches ou humides, vibrent et transmettent le son si des vibrations sonores se faisaient entendre auprès de ces membranes, et sans qu'elles fussent à l'unisson avec les corps qui produisent les vibrations. M. Savart a aussi prouvé que les divers degrés de tension des membranes, leur épaisseur, leur homogénéité, l'humidité plus ou moins grande, avaient une influence remarquable sur la facilité

(1) Voyez *Ann. de Physique et de Chimie*, octobre 1830.
(2) Voyez les *Mémoires d'Arcueil*, tom. II.

qu'elles ont à vibrer par communication; mais que, quel que fût leur état, elles vibraient toujours à l'unisson avec le son produit; cette loi est d'ailleurs commune à tous les corps.

Ces expériences sont d'autant plus importantes qu'une grande partie des organes de l'ouïe se composent de membranes et de lames élastiques, ainsi que l'on va le voir

Lorsque le son rencontre un corps qui lui fait obstacle, on présume qu'il se réfléchit de la même manière que la lumière, c'est-à-dire en faisant un angle d'incidence égal à l'angle de réflexion. La forme du corps qui réfléchit le son a sur lui la même influence. La lenteur avec laquelle le son se propage produit certains phénomènes dont l'explication n'est pas encore très-satisfaisante : tel est le phénomène de l'écho, celui de la chambre mystérieuse, etc.

Appareil de l'audition.

L'appareil auditif est très-compliqué ; nous n'insisterons pas sur les détails anatomiques : il n'en résulterait aucun avantage, car on est encore très-peu instruit sur les usages des diverses parties qui constituent ce sens.

De même que dans l'appareil de la vision, on trouve dans celui de l'ouïe un ensemble d'organes qui paraissent concourir à la fonction par leurs propriétés physiques, et derrière ceux-ci un nerf destiné à recevoir et à transmettre les impressions.

L'appareil auditif se compose de l'oreille externe, de l'oreille moyenne, de l'oreille interne, et du nerf acoustique.

Oreille externe.

On comprend sous cette dénomination le *pavillon* et le *conduit auditif externe.*

Le pavillon est plus ou moins grand, suivant les individus. Sa face externe, qui, dans une oreille bien conformée, est un peu antérieure, présente cinq éminences, qui sont l'*hélix*, l'*anthélix*, le *tragus*, l'*antitragus*, le *lobule*, et trois cavités, savoir, celle de l'*hélix*, la *fosse naviculaire* et la *conque*. Le pavillon est formé d'un fibro-cartilage souple et élastique; la peau qui le recouvre est mince, sèche; elle est adhérente au fibro-cartilage par un tissu cellulaire serré qui contient très-peu de graisse : le lobule seul en contient une assez grande quantité. Au-dessous de la peau se voit un grand nombre de follicules sébacés, qui fournissent une matière blanche et micacée, qui donne à la peau son poli et une partie de sa souplesse. On voit aussi sur les diverses saillies du pavillon quelques fibres musculaires auxquelles on donne le nom de muscles, mais qui ne sont pour ainsi dire que des vestiges (1). Le pavillon reçoit beaucoup de nerfs et de vaisseaux; aussi est-il très-sensible, et devient-il facilement rouge. Il est attaché à la tête par des ligamens du tissu cellulaire et des muscles qu'on a appelés, d'après leur position, antérieur, supérieur et postérieur. Ces muscles sont très-développés chez beaucoup d'animaux ; chez l'homme, on peut les considérer aussi comme de simples vestiges.

Conduit auditif.

Ce conduit s'étend de la conque à la membrane du tympan; sa longueur, variable suivant l'âge, est de dix à douze lignes chez l'adulte; il est plus étroit dans son mi-

---

(1) On appelle *vestiges*, en anatomie, des parties sans usages chez les animaux où on les observe, et qui ne font qu'indiquer le plan uniforme que la nature semble avoir suivi dans la construction des animaux vertébrés.

lieu qu'à ses extrémités; il présente une légère courbure en haut et en avant. Son orifice externe est ordinairement garni de poils, à l'instar de l'entrée des autres cavités. Il est composé d'une partie osseuse, d'un fibro-cartilage qui se confond avec celui du pavillon, d'une partie fibreuse qui le complète en haut. La peau s'y enfonce en s'amincissant, et se termine en recouvrant la face externe de la membrane du tympan. Au-dessous de cette peau existent un grand nombre de follicules sébacés, qui fournissent le cérumen, matière jaune, amère, etc., qui a des usages que nous indiquerons plus tard.

Oreille moyenne.

L'oreille moyenne comprend la caisse du tympan, les osselets qui sont contenus dans cette caisse, les cellules mastoïdiennes, le conduit guttural, etc.

Caisse du tympan.

La caisse du tympan est une cavité qui sépare l'oreille externe de l'oreille interne. Sa forme est celle d'une portion de cylindre un peu irrégulier. Sa paroi interne présente en haut le trou ovale, qui communique avec le vestibule, et qui est fermé par une membrane; immédiatement au-dessous, une saillie qu'on appelle *promontoire;* au-dessous de cette saillie, une petite rainure qui loge un filet de nerf; plus bas encore une ouverture, nommée *trou rond,* qui correspond à la rampe externe du limaçon, et qui est aussi fermée par une membrane. Le côté externe présente la membrane du tympan. Cette membrane est dirigée obliquement en bas et en dedans; elle est tendue, très-mince et transparente, recouverte en dehors par un prolongement de la peau, en dedans par la membrane muqueuse, qui revêt la caisse; elle est aussi recouverte de ce côté par le nerf nommé *corde du tympan :* son centre donne attache à l'extrémité du manche du marteau; sa circonférence est fixée à l'extrémité osseuse du conduit auditif; elle y adhère également dans tous les points, et ne présente d'ailleurs aucune ouverture qui fasse communiquer l'oreille externe avec l'oreille moyenne. Son tissu est sec, fragile, et n'a point d'analogue dans l'économie animale; on n'y reconnaît point de fibres, de vaisseaux, ni de nerfs.

La circonférence de la caisse présente en avant : 1° l'ouverture du conduit guttural, par lequel la caisse communique avec la partie supérieure du pharynx; 2° l'ouverture par laquelle entre le tendon du muscle interne du marteau. En arrière, on voit : 1° l'ouverture des cellules mastoïdiennes, cavités anfractueuses, pratiquées dans l'épaisseur de l'apophyse mastoïde, qui sont toujours remplies d'air; 2° la pyramide, petite saillie creuse qui loge le muscle de l'étrier; 3° l'ouverture par laquelle entre dans la caisse la corde du tympan. En bas, la caisse offre une fente, nommée *glénoïdale,* par laquelle entre le tendon du muscle antérieur du marteau, et sort la corde du tympan pour aller s'anastomoser avec le nerf lingual de la cinquième paire. En haut, la circonférence n'offre que quelques petites ouvertures, par lesquelles passent des vaisseaux sanguins. La caisse du tympan et tous les conduits qui y aboutissent, sont tapissés d'une membrane muqueuse très-mince : cette cavité, qui est toujours remplie d'air, contient en outre quatre osselets (le *marteau, l'enclume,* le *lenticulaire* et *l'étrier*), qui forment une chaîne depuis la membrane du tympan jusqu'à la fenêtre ovale, où est fixée la base de l'étrier. De petits muscles sont destinés à mouvoir cette chaîne, à tendre et à relâcher les membranes auxquelles elle aboutit : ainsi, le muscle interne du marteau la tire en avant, courbe la chaîne dans ce sens, et tend les membranes; le muscle antérieur produit l'effet opposé. On conçoit aussi que le petit muscle qui est logé dans la pyramide, et qui s'attache au col de l'étrier, peut imprimer une légère tension à la chaîne, en la tirant de son côté.

Oreille interne, ou labyrinthe.

Elle se compose du limaçon, des canaux demi-circulaires et du vestibule.

Le limaçon est une cavité osseuse, contournée en spirale, disposition qui lui a mérité le nom qu'elle porte. Cette cavité est partagée en deux autres qu'on appelle les *rampes* du limaçon, et qu'on distingue en interne et en externe. La cloison qui les sépare est une lame placée de champ, et qui, dans toute sa longueur, est en partie osseuse et en partie membraneuse. La rampe externe communique, par la fenêtre ronde, avec la caisse du tympan; la rampe interne aboutit dans le vestibule.

Canaux demi-circulaires.

On appelle ainsi trois cavités cylindroïdes, courbées en demi-cercle, dont deux sont disposées horizontalement, tandis que la troisième est verticale. Ces canaux se terminent au vestibule par leurs extrémités. Ils contiennent des corps de couleur grisâtre, qui se terminent à leurs extrémités par des renflemens.

Vestibule.

Cavité centrale, point de réunion de toutes les autres. Elle communique avec la caisse par la fenêtre ovale, avec la rampe interne du limaçon, avec les canaux demi-circulaires, et avec le conduit auditif interne par un grand nombre de petites ouvertures.

Toutes les cavités de l'oreille interne sont creusées dans la partie la plus dure du rocher : elles sont tapissées d'une membrane extrêmement mince, et sont remplies par un liquide ténu, limpide, nommé *liquide de Cotunni*, lequel peut refluer par deux pertuis connus sous le nom d'*acqueducs du limaçon* et *du vestibule*. Ce liquide est très-voisin du liquide céphalo-spinal, à l'orifice du conduit auditif interne; il ne paraît pas que ces deux liquides communiquent entre eux : du moins les recherches que j'ai faites sur ce point ne m'ont point conduit à ce résultat. Ces cavités contiennent en outre le nerf acoustique.

Du nerf acoustique.

Ce nerf naît du quatrième ventricule; il entre dans le labyrinthe par les trous que présente à son fond le conduit auditif interne. Arrivé dans le vestibule, il se partage en plusieurs branches, dont l'une reste dans le vestibule, une autre entre dans le limaçon, et deux sont destinées pour les canaux demi-circulaires. La manière dont ces diverses branches se comportent dans les cavités de l'oreille interne, a été décrite avec soin par Scarpa; il serait superflu d'insister ici sur ces détails.

En terminant cet exposé succinct, nous ferons remarquer que l'oreille interne et l'oreille moyenne sont traversées par plusieurs filets nerveux, dont la présence, dans cet endroit, n'est probablement point inutile à l'audition : on sait que le nerf facial marche long-temps au milieu d'un canal spiroïde creusé dans l'épaisseur du rocher. Dans ce canal il reçoit un filet du nerf vidien; il fournit la corde du tympan qui vient s'appliquer sur cette membrane. Plusieurs autres anastomoses se voient encore dans l'oreille ou dans son voisinage; elles ont été l'objet des recherches persévérantes de MM. Jacobson et Breschet.

Des expériences récentes m'ont appris que l'oreille présente, sous le rapport du siége de la sensibilité, des circonstances physiologiques analogues à celles qu'offre l'œil.

La membrane qui revêt le conduit auditif est d'une extrême sensibilité : elle est déjà très-apparente à l'entrée de ce conduit; au fond, le moindre contact d'un

corps étranger excite une vive douleur, et les médecins ont de tout temps remarqué les souffrances horribles qui accompagnent les inflammations de cette partie. D'après cela, il était fort présumable que la sensibilité serait encore plus exquise dans la caisse, et surtout qu'elle serait pour ainsi dire au maximum si on arrivait jusque dans les cavités du labyrinthe. Il en est tout autrement : de même qu'à l'œil la grande sensibilité est à la partie extérieure de l'appareil, cette propriété est déjà fort obtuse dans la caisse, et le nerf acoustique, touché, piqué, déchiré même sur les animaux, ne m'a pas donné d'indice apparent de sensibilité; et, sous ce rapport, il est dans une opposition bien remarquable avec le nerf de la cinquième, qui, pour ainsi dire en contact avec l'acoustique à son origine, ne peut être touché, même très-légèrement, sans qu'il n'en résulte une douleur des plus aiguës. Sous ce rapport, le nerf de l'ouïe ressemble donc au nerf optique.

Mécanisme de l'audition.

Usages du pavillon.

Il rassemble les rayons sonores et les dirige vers le conduit auditif, d'autant mieux qu'il est plus grand, plus élastique, plus détaché de la tête, et plus dirigé en avant. Boerhaave prétendait avoir prouvé, par le calcul, que tous les rayons sonores qui tombent sur la face externe du pavillon sont, en dernier résultat, dirigés vers le conduit auditif. Cette assertion est évidemment inexacte, au moins pour certains pavillons dont l'anthélix est plus saillant que l'hélix. Comment arriveraient à la conque les rayons qui viendraient tomber sur la face postérieure de l'anthélix ?

Il est beaucoup plus probable que le pavillon est lui-même, à raison de sa grande élasticité, qui peut être modifiée légèrement par les muscles intrinsèques, susceptible d'entrer en vibration sous l'influence des ondulations sonores imprimées à l'air. Et, quant aux inégalités de sa surface, il paraît, suivant M. Savart, qu'elles auraient pour utilité de présenter toujours une égale surface de pentes dont la direction serait normale à celle du mouvement vibratoire imprimé à l'air. L'expérience apprend en effet que selon qu'une membrane est ou n'est pas parallèle aux surfaces des corps qui vibrent près d'elle, ses oscillations sont plus ou moins prononcées. Le parallélisme est le cas le plus favorable.

Le pavillon n'est pas indispensable à l'audition, car chez l'homme et chez les animaux il peut être enlevé sans que l'ouïe en souffre, si ce n'est au-delà de quelques jours.

Usages du conduit auditif.

Ce conduit transmet le son à la manière de tout autre conduit, en partie par l'air qu'il contient, en partie par ses parois, jusqu'à la membrane du tympan. — Les poils qu'il présente, surtout à son entrée, et le cérumen, ont pour usage de s'opposer à l'introduction des corps étrangers, tels que grains de sable, de poussière, insectes, etc.

Usages de la membrane du tympan.

Cette membrane forme la séparation du conduit auditif et de la caisse; elle est tendue, mince et élastique, et partout d'égale épaisseur. A ces divers titres elle doit entrer en vibration sous l'influence des ondes sonores que lui apporte le conduit, soit par l'air, soit par ses parois.

Mais, d'après une expérience très-simple de M. Savart, il paraît que c'est surtout le son transmis par l'air qui la met en vibration.

Ce savant physicien plaça au sommet tronqué d'un cône fait avec une feuille de carton, une petite membrane tendue qui en fermait l'ouverture à peu près comme la membrane du tympan ferme le conduit auditif; il produisait ensuite des sons près des parois, à l'extérieur du cône; la membrane vibra peu; mais s'il produisait les mêmes sons à la base du cône, de manière qu'ils fussent transmis à la membrane par l'air intérieur, les vibrations étaient très-prononcées, même à une distance de vingt-cinq à trente mètres.

La manière dont les muscles du marteau s'insèrent à cet osselet, et la manière dont il est lui-même fixé à la membrane, indiquent clairement qu'il doit y avoir des degrés dans sa tension. On ne pourrait, sans absurdité, supposer que cette petite membrane se mît à l'unisson des innombrables sons que notre oreille perçoit, mais il est plus que probable que dans certains cas elle est tendue par le muscle interne, et dans d'autres relâché par le muscle antérieur du marteau.

On n'avait eu jusqu'ici que des conjectures à faire sur cette question curieuse, mais quelques essais de M. Savart semblent avoir dévoilé la vérité.

Quand une membrane mince est très-tendue, elle vibre avec difficulté, c'est-à-dire que les excursions de ses parties vibrantes sont très-petites; c'est le contraire quand la même membrane est relâchée; et comme il est prouvé directement, par l'expérience, que la membrane du tympan en place, vibre par l'effet des ondes sonores qui parviennent à sa surface, il n'est pas douteux non plus, que plus elle est tendue et moins les amplitudes de ses excursions sont grandes. Il y a donc une forte probabilité qu'elle se relâche pour les sons faibles ou agréables, et qu'elle se tend pour les sons trop intenses ou désagréables.

Comme la membrane du tympan est sèche et élastique, elle doit très-bien transmettre le son, d'une part à l'air contenu dans la caisse, de l'autre à la chaîne des osselets (1). La corde du tympan ne peut manquer de participer aux vibrations de la membrane, et de transmettre au cerveau quelques impressions. On sait que le contact d'un corps étranger sur la membrane est excessivement douloureux, et qu'un bruit violent occasionne aussi une vive douleur, et même son déchirement; toutefois ce dernier accident n'a pas la gravité qu'on pourrait craindre, car la membrane peut être rompue et même rester perforée sans que l'audition soit sensiblement dérangée.

Usages de la caisse du tympan.

Son usage principal est de transmettre à l'oreille interne les sons qu'elle a reçus de l'oreille externe. Cette transmission du son par la caisse a lieu, 1° par la chaîne des osselets, qui agit particulièrement sur la membrane de la fenêtre ovale (2); 2° par l'air qui la remplit, et qui agit sur toute la portion pierreuse, mais surtout sur la membrane de la fenêtre ronde; 3° par ses parois.

---

(1) Pour les diverses opinions émises sur les usages de cette membrane, *voyez* Haller, tom. V, pag. 198, 199 et suivantes.

(2) On sait fort peu de chose sur l'utilité des mouvemens qui peuvent être imprimés à la chaîne. Cependant, puisque tous les osselets sont unis entre eux, que le premier et le dernier touchent, l'un au tympan, l'autre à la fenêtre ovale, que d'ailleurs le marteau peut se mouvoir, il me semble qu'il était indispensable, pour qu'il n'y eût pas de déchirement, que la chaîne fût composée de plusieurs pièces mobiles les unes sur les autres. Ensuite il me semble encore que quand le marteau est tiré en dedans, ce mouvement se porte jusqu'à l'étrier, qui comprime le fluide contenu dans le labyrinthe, et que de là il doit résulter que les amplitudes des oscillations de la membrane de la fenêtre ronde deviennent moindres. Au reste, je crois que la chaîne des osselets est dans l'oreille ce qu'est l'âme dans un violon. (Savart.)

La perte des osselets, l'étrier excepté, n'entraîne pas nécessairement celle de l'ouïe : cependant j'ai cru remarquer que les individus qui se trouvent dans ce cas, ne conservent pas ce sens au-delà de deux ou trois ans.

Il ne paraît guère douteux que la caisse du tambour a encore pour usage d'entretenir, au-devant de la fenêtre ronde, une espèce d'atmosphère particulière, dont les propriétés sont à très-peu près constantes, attendu que cette petite masse d'air est maintenue continuellement à la même température par les vaisseaux sanguins environnans; sans cette précaution, la membrane de la fenêtre ronde se détériorerait bientôt, et c'est ce qui doit arriver quand le tympan est largement perforé.

Usages de la trompe d'Eustache.

La trompe sert à renouveler l'air de la caisse; son oblitération est, dit-on, une cause de surdité.

C'est à tort qu'on a dit qu'elle pouvait conduire les sons à l'oreille interne : rien ne le fait supposer; elle donne issue à l'air dans les cas où des sons violens viennent frapper le tympan, et permet le renouvellement de celui qui remplit la caisse et les cellules mastoïdiennes. L'air contenu dans la caisse, étant très-raréfié, est propre à diminuer l'intensité des sons qu'il transmet, et par conséquent à protéger les parties délicates et fragiles qui entrent dans la structure de l'oreille interne.

Usages des cellules mastoïdiennes.

L'usage des cellules mastoïdiennes n'est pas bien connu; on soupçonne qu'elles concourent à augmenter l'intensité du son qui arrive dans la caisse. Si elles produisent cet effet, ce doit être plutôt par les vibrations des lames qui séparent les cellules, que par celles de l'air qu'elles contiennent.

Le son peut arriver à la caisse autrement que par le conduit auditif, les chocs produits sur les os de la tête sont dirigés vers le temporal, et perçus par l'oreille. Tout le monde sait qu'on entend distinctement le bruit du mouvement d'une montre lorsqu'on la met en contact avec les dents.

Usages de l'oreille interne.

On est très-peu instruit des fonctions de l'oreille interne; on conçoit seulement que les vibrations sonores y sont propagées de plusieurs manières, mais principalement par la membrane de la fenêtre ovale, par celle de la fenêtre ronde, et par la paroi interne de la caisse; que le liquide de Cotunni doit éprouver des vibrations qui se transmettent au nerf acoustique. On conçoit aussi combien il est important que ce liquide puisse céder à des vibrations trop intenses, qui pourraient endommager ce nerf. Il est possible, en ce cas, qu'il reflue dans les aqueducs du limaçon et du vestibule, qui, sous ce rapport, auraient, comme on voit, beaucoup d'analogie avec la trompe d'Eustache.

La rampe externe du limaçon doit recevoir principalement les vibrations par la membrane de la fenêtre ronde; le vestibule, par l'extrémité de la chaîne des osselets; les canaux demi-circulaires, par les parois de la caisse, et peut-être par les cellules mastoïdiennes, qui souvent se prolongent jusqu'au-delà des canaux. Mais on ignore absolument la part que prend à l'audition chacune des parties de l'oreille interne (1).

---

(1) Le célèbre Th. Joung, secrétaire de la Société royale de Londres, cet homme d'un si prodigieux savoir, et d'une si haute capacité intellectuelle, a proposé plusieurs *idées* relatives aux usages de l'oreille interne; selon lui, les canaux demi-circulaires servent *à juger* de l'*acuité*

La cloison osso-membraneuse qui sépare le limaçon en deux rampes, a donné lieu à une hypothèse que personne n'admettrait aujourd'hui.

Action du nerf acoustique.

Le nerf acoustique reçoit les impressions, et les transmet au cerveau; celui-ci les perçoit avec plus ou moins de promptitude, de justesse, suivant les individus; mais cette action elle-même est soumise à l'influence de la cinquième paire. Quand ce dernier nerf est coupé ou malade, l'ouïe est faible et souvent abolie.

Beaucoup de personnes ont l'ouïe fausse, c'est-à-dire ne distinguent pas exactement les sons.

On n'explique point l'action du nerf acoustique ni celle du cerveau dans l'audition, mais on a fait à cet égard quelques observations.

Les sons, pour être perçus, ont besoin d'être dans de certaines limites d'intensité. Un son trop fort nous blesse, un son trop faible ne produit pas de sensation. Nous pouvons percevoir un grand nombre de sons à la fois. Les sons, et surtout les sons appréciables, combinés et se succédant d'une certaine manière, sont une source de sensations des plus agréables. Un art, la musique, dispose et combine les sons. Pour les oreilles organisées de manière à le sentir, la musique est sans doute le premier des arts, car aucun autre ne fait naître des sensations plus vives et plus délicieuses, n'excite plus facilement l'enthousiasme porté jusqu'au délire, ne laisse des traces plus profondes et un plus doux souvenir.

D'autres combinaisons de sons produisent, au contraire, une impression désagréable : les sons très-aigus blessent l'oreille; les sons très-intenses et très-graves déchirent la membrane du tympan. Lorsqu'un son a été très-prolongé, nous croyons encore l'entendre, quoiqu'il ait déjà cessé depuis long-temps.

De même que des aveugles nés ont été rendus à la lumière à un âge où ils pouvaient tenir compte de leurs sensations, de même des sourds de naissance ont acquis l'ouïe à une époque assez avancée de leur vie pour comprendre l'immense avantage de l'acquisition d'un nouveau sens. La science possède aujourd'hui plusieurs exemples de cette nature; ils ne sont pas moins intéressans sous le rapport physiologique que sous le point de vue philosophique.

Tel est l'histoire suivante, dont l'authenticité a été constatée par l'Académie des Sciences de Paris : Louis-Honoré Trésel, âgé de dix ans, né à Paris de parens pauvres, était de cette classe de sourds qui n'entendent pas même les bruits les plus violens, les explosions les plus fortes. Sa physionomie, image de son intelligence, avait peu d'expression. Il traînait les pieds à chaque pas; sa démarche était chancelante; il ne savait pas se moucher. L'ouïe lui fut donnée au moyen d'une opération inventée par un sourd, qui, fatigué de sa position et de l'inutilité des tentatives des médecins, parvint à se guérir lui-même.

---

ou de la *gravité* des sons; ils reçoivent les ébranlemens en même temps par leurs deux extrémités, ce qui occasionne *une récurrence d'effets semblables à différens points de leur longueur, selon le caractère du son.* L'étrier *presse* plus ou moins le fluide du vestibule, qui transmet les impressions sonores. Le limaçon paraît être un *micromètre du son.* (*Med. lit.*, p. 98, *Let.* 5.) Mais que sont les suppositions les plus ingénieuses quand elles ne sont pas appuyées de faits ou vérifiées par des expériences?

M. Deleau a reconnu chez un enfant sourd-muet de naissance, et complètement insensible à toute espèce de son, absence de l'étrier et de la fenêtre ovale. Des faits de cette nature, en se multipliant, pourront un jour éclairer les usages de l'oreille interne.

Voyez pour cette question difficile et obscure un mémoire de M. Esser, *sur les Fonctions des diverses parties de l'organe auditif*, traduit et annoté par M. G. Breschet, *Archives générales de Médecine*, 1831. *Voyez* aussi un mémoire de Muncke, dans les *Archives* de Meckel, t. VII, p. 1.

Cette opération consiste en des injections d'air ou de divers liquides dans la caisse du tympan par le conduit guttural de cette caisse.

Les premiers jours qui suivirent le développement de son ouïe, furent pour Honoré des jours de ravissement. Tous les sons, les bruits même, lui causaient un plaisir ineffable, et il les recherchait avec avidité; il était particulièrement dans une sorte d'extase en écoutant une tabatière harmonique; mais il lui fallut un certain temps avant qu'il s'aperçût que la parole était un moyen de communication; encore s'attacha-t-il d'abord, non aux sons qui la forment, mais aux mouvemens des lèvres qui l'accompagnent, et auxquels jusque-là il n'avait donné aucune attention : aussi crut-il pendant quelques jours qu'un enfant de sept mois parlait, parce qu'il lui voyait remuer les lèvres. On lui fit bientôt reconnaître son erreur, et il sut dès lors que c'était aux sons qu'il fallait attacher de l'importance, et non aux mouvemens des lèvres qui les accompagnent.

Mais le malheur voulut qu'il entendît une pie prononcer quelques mots; généralisant aussitôt ce fait particulier, il en conclut que tous les animaux étaient doués de la parole, et voulut absolument faire parler un chien qu'il affectionnait. Il recourut à la violence pour lui faire dire *papa, du pain*, seuls mots qu'il pût lui-même prononcer. Les cris aigus de l'animal finirent par l'effrayer, et il renonça à sa singulière entreprise.

Un mois s'écoula, et cependant Honoré restait à peu près au même point. Absorbé par ses sensations et ses remarques nouvelles, il ne pouvait pas saisir les syllabes qui forment les mots. Il lui fallut près de trois mois avant qu'il distinguât et comprît quelques mots composés, et le sens de quelques phrases simples et courtes.

Il lui fallut aussi beaucoup de temps pour reconnaître la direction du son. Une personne s'étant cachée dans une chambre où se trouvait l'enfant, l'appela à diverses reprises; ce ne fut qu'avec grand'peine qu'il découvrit le lieu d'où partait la voix; encore fut-ce plutôt par les yeux et le raisonnement qu'il y parvint que par son oreille. (Voir *la fin de cette observation à l'article des rapports de l'ouïe et de la voix.*)

Action simultanée des deux appareils de l'ouïe.

Nous recevons deux impressions, et cependant nous n'en percevons qu'une. On a dit que nous ne nous servions jamais que d'une oreille à la fois, ce qui est inexact. A la vérité, quand le son arrive directement à une oreille, il est saisi bien plus facilement par celle-là, et bien plus difficilement par l'autre : aussi, dans ces cas, n'employons-nous qu'une oreille; et lorsque nous écoutons attentivement un son que nous craignons de ne pas entendre, faisons-nous en sorte que les rayons entrent directement dans la conque. Mais quand il s'agit de juger de la direction du son, c'est-à-dire de décider du point d'où il part, nous sommes obligés de nous servir de nos deux oreilles, car ce n'est qu'en comparant l'intensité des deux impressions, que nous parvenons à reconnaître le lieu d'où part le son. Si, par exemple, on se bouche exactement une oreille, et que l'on fasse produire, à quelque distance de soi, un bruit léger dans un lieu obscur, il sera impossible de juger de la direction du son; on pourra y réussir en se servant des deux oreilles. La vue est d'un grand secours pour ces sortes de jugemens, car souvent, dans l'obscurité, même en se servant des deux oreilles, il est impossible de décider d'où part le bruit qui nous frappe.

Le son peut aussi nous faire juger de la distance qui nous sépare du corps qui le produit; mais, pour porter des jugemens justes à cet égard, il faut que la nature du son soit familière, car, sans cette condition, nous tombons dans des erreurs inévitables. Nous jugeons, dans ce cas, d'après ce principe, qu'*un son très-intense part d'un corps voisin, tandis qu'un son faible part d'un corps éloigné* : s'il arrive qu'un son intense vienne d'un corps éloigné, si un son faible part d'un corps voisin, il y

a alors ce qu'on nomme *erreurs d'acoustique*. En général, nous sommes facilement trompés sur le point d'où part le son; la vue, le raisonnement, sont d'un grand secours pour asseoir un certain jugement à cet égard.

Les divers degrés de divergence ou de convergence des rayons sonores ne paraissent pas influer sur l'audition; aussi l'art ne modifie-t-il la marche des rayons sonores que pour en faire entrer à la fois un plus grand nombre dans l'oreille : c'est à quoi servent les cornets acoustiques mis en usage quand l'ouïe est *dure*. Il est quelquefois nécessaire de diminuer l'intensité des sons : nous plaçons alors instinctivement un corps mou et peu élastique dans le conduit auditif.

Modifications de l'audition par l'âge.

L'oreille est formée de très-bonne heure chez le fœtus. A la naissance, tout ce qui appartient à l'oreille interne, aux osselets, est à peu près tel qu'il restera par la suite; mais les autres parties de l'oreille moyenne et de l'oreille externe ne sont point encore en état d'agir, ce qui établit une différence très-grande entre l'œil et l'oreille. Le pavillon est relativement très-petit, mou et par conséquent peu élastique; il est tout-à-fait impropre à remplir les fonctions qui lui sont attribuées. Les parois du conduit auditif participent de la structure du pavillon; la membrane du tympan est très-oblique, et fait en quelque sorte suite à la paroi supérieure du conduit; elle est, en conséquence, mal disposée pour recevoir les rayons sonores. Toute l'oreille externe est recouverte d'une matière blanchâtre, molle, et qui s'oppose encore à ce qu'elle puisse remplir ses fonctions. La caisse du tympan est un peu plus petite, proportionnellement; au lieu d'air, elle contient un mucus épais. Les cellules mastoïdiennes n'existent point. Par les progrès de l'âge, l'appareil auditif acquiert assez promptement la disposition que nous avons indiquée pour l'adulte. Dans la vieillesse, les changemens qu'il éprouve, sous les rapports physiques, loin d'être défavorables, comme cela arrive pour l'œil, semblent au contraire le perfectionner : toutes les parties deviennent plus dures, plus élastiques; les cellules mastoïdiennes s'étendent jusqu'au sommet du rocher, enveloppent ainsi de tous côtés les cavités de l'oreille interne.

Les bruits les plus forts n'affectent pas sensiblement l'enfant qui vient de naître : après quelque temps, il paraît reconnaître les sons aigus; aussi est-ce le genre de sons que les nourrices choisissent pour attirer son attention. Il se passe fort longtemps avant que l'enfant juge sainement de l'intensité, de la direction du son, et surtout avant qu'il attache un sens aux différens sons articulés. De même qu'il affectionne la lumière vive, de même les sons les plus aigus, les plus intenses, sont ceux qu'il préfère pendant long-temps.

Quoique l'appareil auditif se perfectionne physiquement avec l'âge, il est certain cependant que l'ouïe devient dure avec la première vieillesse, et qu'il est très-peu de vieillards qui ne soient plus ou moins sourds. Cette circonstance paraît tenir, d'une part, à la diminution de l'humeur de Cotunni, et de l'autre, à la diminution progressive de la sensibilité du nerf acoustique.

ODORAT.

La plupart des corps de la nature laissent échapper des particules excessivement ténues, qui se répandent dans l'air, et sont quelquefois portées, par ce véhicule, à une grande distance. Ces particules constituent les odeurs; un sens est disposé à les reconnaître et à les apprécier : ainsi s'établit un rapport important entre les animaux et les corps.

Les corps dont toutes les molécules sont fixes sont nommés *inodores*.

Parmi les corps odorans, il est de grandes différences, relatives à la manière dont se développent les odeurs : les uns ne les laissent échapper que lorsqu'ils ont été chauffés ; ceux-ci, que lorsqu'ils ont été frottés ; d'autres ne répandent que des odeurs faibles, d'autres n'en exhalent que de fortes. Telle est la ténuité des particules odorantes, qu'un même corps peut en dégager pendant un temps très-long sans changer sensiblement de poids.

Chaque corps odorant a une odeur particulière. Comme ces corps sont très-nombreux, on a voulu classer les odeurs : toutes les tentatives qu'on a faites à cet égard ont été également infructueuses. On ne peut guère distinguer les odeurs qu'en *faibles* et *fortes*, *agréables* et *désagréables*. On reconnaît encore des odeurs *musquées*, *aromatiques*, *fétides*, *vireuses*, *spermatiques*, *piquantes*, *muriatiques*, etc. Il en est de *fugitives*, de *tenaces*. Dans la plupart des cas, on ne peut désigner une odeur qu'en la comparant à celle d'un corps connu.

Des propriétés nourrissantes, médicamenteuses, et même vénéneuses ont été attribuées aux odeurs ; mais, dans les cas qui ont donné lieu à ces opinions, n'aurait-on pas confondu l'influence des odeurs avec les effets de l'absorption ? un homme qui pile du jalap pendant quelque temps, sera purgé comme s'il avait avalé de cette substance. Cet effet ne dépend pas de l'action des effluves odorantes sur l'organe olfactif, mais bien des particules répandues dans l'air et qui se sont introduites dans la circulation, soit avec la salive, soit avec l'air que nous respirons ; à cette même cause doit être attribuée l'ivresse des personnes exposées pendant quelque temps à la vapeur des liqueurs spiritueuses.

L'air est le véhicule ordinaire des odeurs, il les transporte au loin : cependant elles se produisent aussi dans le vide, et il y a des corps qui semblent lancer des particules odorantes avec une certaine force. Cette question physique demande de nouvelles recherches ; on ne sait pas s'il y a dans la marche des odeurs quelque chose d'analogue à la divergence ou à la convergence, à la réflexion ou à la réfraction des rayons lumineux. Les odeurs s'attachent ou se combinent à plusieurs liquides ainsi qu'à beaucoup de solides. On se sert de ce moyen, soit pour les fixer, soit pour les conserver.

Les liquides, les vapeurs, les gaz, plusieurs corps solides réduits en poudre impalpable ou même grossière, ont aussi la propriété d'agir sur les organes de l'odorat.

Appareil de l'odorat.

L'appareil olfactif représente une espèce de crible placé sur le chemin que l'air parcourt le plus souvent pour s'introduire dans la poitrine, et destiné à retenir tous les corps étrangers qui seraient mêlés avec l'air, et particulièrement les odeurs.

Cet appareil est extrêmement simple ; il diffère essentiellement de celui de la vue et de l'ouïe, en ce que l'on ne voit pas au-devant du nerf de parties destinées à modifier physiquement l'excitant : le nerf y est en quelque sorte à nu. L'appareil se compose de la membrane pituitaire, qui revêt les cavités nasales, de la membrane qui tapisse les sinus, du nerf olfactif et de divers filets nerveux de la cinquième paire.

La membrane pituitaire recouvre toute l'étendue des fosses nasales, augmente beaucoup l'épaisseur des cornets, se prolonge au-delà de leurs bords et de leurs extrémités, de manière que l'air ne peut traverser les fosses nasales que par des routes fort étroites et assez longues. Cette membrane est épaisse, adhère fortement aux os et aux cartilages qu'elle recouvre. Sa surface présente une infinité de petites saillies, que les uns ont considérées comme des papilles nerveuses, que les autres ont envisagées comme des cryptes muqueux, mais qui, selon toutes les apparences, sont vasculaires. Ces saillies donnent à la membrane un aspect velouté. La pituitaire est douce au toucher, molle, reçoit un très-grand nombre de vaisseaux et de nerfs.

Les routes que l'air parcourt pour arriver dans l'arrière-bouche méritent quelque attention.

Elles sont au nombre de trois : on les distingue, en anatomie, par les noms de *méats inférieur, moyen* et *supérieur.* L'inférieur est le plus large et le plus long, le moins oblique, le moins tortueux ; le moyen est plus étroit, presque aussi long, mais plus étendu de haut en bas ; le supérieur est beaucoup plus court, plus oblique et plus étroit encore. Il faut ajouter à ces routes l'intervalle étroit qui sépare, dans toute son étendue, la cloison des fosses nasales de la paroi externe. Telle est l'étroitesse de tous ces canaux, que le moindre gonflement de la pituitaire rend difficile, et même quelquefois impossible, le passage de l'air à travers les fosses nasales.

Dans les deux méats supérieurs communiquent des cavités plus ou moins spacieuses, creusées dans l'épaisseur des os de la tête, et nommées *sinus.* Ces sinus sont le *maxillaire,* le *palatin*, le *sphénoïdal,* le *frontal,* et ceux qui sont pratiqués dans l'épaisseur de l'ethmoïde, plus connus sous le nom de *cellules ethmoïdales.*

Ces sinus n'ont de communication qu'avec les deux méats supérieurs. Le sinus frontal, le maxillaire, les cellules antérieures de l'ethmoïde s'ouvrent dans le méat moyen ; le sinus sphénoïdal, le palatin, les cellules postérieures de l'ethmoïde, s'ouvrent dans le méat supérieur. Les sinus sont tapissés par une membrane mince, molle, peu adhérente à leurs parois, qui paraît du genre des muqueuses. Elle sécrète avec plus ou moins d'abondance une matière nommée *mucus nasal,* qui se répand continuellement sur la pituitaire, et paraît être utile dans l'olfaction. L'étendue considérable des sinus paraît coïncider avec une perfection plus grande de l'odorat : c'est au moins là un des résultats les plus positifs de la physiologie comparée.

Le nerf olfactif naît par trois racines distinctes de la partie postérieure, inférieure et interne du lobe antérieur du cerveau. D'abord prismatique, il marche vers la lame criblée de l'ethmoïde ; là, il se gonfle tout-à-coup, puis il se divise en un très-grand nombre de filets qui se répandent sur la pituitaire, principalement dans la partie supérieure de cette membrane. Semblable aux nerfs de la vue et de l'ouïe, le nerf olfactif est insensible aux pressions, piqûres, etc., et même au contact des corps dont les odeurs sont les plus fortes.

Il est important de remarquer que l'on n'a pas encore pu suivre les filets du nerf olfactif sur le cornet inférieur, sur la face interne du moyen, ni dans aucun sinus. La pituitaire ne reçoit pas seulement le nerf de la première paire, elle reçoit encore un grand nombre de filets, nés de la face interne du ganglion sphéno-palatin ; ces filets se distribuent dans les méats et à la partie inférieure de la membrane. Elle recouvre aussi assez long-temps le filet ethmoïdal du nerf nasal, et en reçoit un assez grand nombre de filamens. N'omettons pas de rappeler que tous ces nerfs sont des branches de la cinquième paire. La membrane qui revêt les sinus reçoit aussi quelques ramuscules nerveux.

Les fosses nasales communiquent au dehors par le moyen des narines, dont la forme, la grandeur et la direction varient beaucoup. Les narines sont intérieurement garnies de poils, et peuvent s'agrandir par l'action musculaire. Les fosses nasales s'ouvrent dans le pharynx par les narines postérieures.

Mécanisme de l'odorat.

L'appareil olfactif se présente d'une manière bien différente de l'appareil de la vue ou de l'ouïe ; dans ces derniers, la sensibilité générale est distincte, par son siége, de la sensibilité spéciale. A l'œil, la conjonctive offre l'une, la rétine l'autre ; à l'oreille, le conduit auditif exerce la première, et le nerf acoustique est l'organe de la seconde. Dans la pituitaire, si les deux propriétés existent, elles sont beaucoup plus difficiles à distinguer.

Cependant il semble que les deux phénomènes s'isolent quelquefois ; il existe des

hommes qui n'ont point d'odorat, et qui ont la pituitaire très-sensible au contact de certains corps jusqu'au point d'en distinguer les propriétés physiques; par exemple, celle des diverses sortes de tabac.

L'expérience m'a démontré que la sensibilité générale de la pituitaire cesse par la section de la cinquième paire dans les quatre classes des vertébrés; dès que cette section est faite, aucun contact, aucune piqûre, aucun corrosif même, ne produisent d'impression appréciable sur la membrane du nez; sous ce rapport, la pituitaire est semblable à la conjonctive. Mais ce qui n'est pas moins remarquable, même insensibilité se manifeste pour les odeurs les plus fortes et les plus pénétrantes, telles que celle d'ammoniaque ou d'acide acétique.

Il semble donc que le nerf olfactif est dans le même cas que les nerfs optique et acoustique : il ne peut agir si la cinquième paire n'est point intacte.

Voici un fait qui s'éloigne encore davantage des idées généralement répandues touchant les fonctions des nerfs de la première paire :

J'ai détruit ces deux nerfs sur un chien; j'ai présenté à l'animal des odeurs fortes, il les a parfaitement senties, et s'est comporté comme s'il eût été dans son état ordinaire. J'ai voulu faire les mêmes essais pour des odeurs faibles, telles que celles des alimens; mais je n'ai pu obtenir de résultats assez prononcés pour affirmer que ce genre d'odeurs agissaient sur le nez de l'animal. Il serait donc possible que le nerf olfactif ne fût pas le nerf de l'odorat, et que la sensibilité olfactive fût confondue avec la sensibilité générale dans le même nerf. (*Voyez* mon *Journal de Phys.*, t. IV).

Plusieurs faits pathologiques qui, sans doute, auraient passé inaperçus avant la publication de ces expériences, sont venus en confirmer les résultats. On a vu des individus dont les nerfs olfactifs étaient complètement détruits conserver l'odorat jusqu'au dernier instant de leur vie, prendre du tabac avec plaisir et en distinguer les diverses qualités, tout en se plaignant de la mauvaise odeur répandue dans leur voisinage. (Voyez *Journal de Physiologie*, tom. V, *Observation de M. Bérard communiquée par M. Béclard.*) D'une autre part, des malades, dont la cinquième paire était altérée, bien que les nerfs olfactifs fussent intacts, avaient perdu entièrement l'odorat, et toute sensibilité de la pituitaire.

Ne dirait-on pas que ces cas authentiques, recueillis publiquement dans les hôpitaux de la capitale, sont la répétition exacte de mes expériences, et n'en rendent-ils pas les résultats beaucoup plus probables ?

L'odorat s'exerce ordinairement dans le moment où l'air traverse les fosses nasales en se dirigeant vers les poumons. Il est rare que nous percevions les odeurs dans le moment où l'air s'échappe de ce viscère; cependant cela se rencontre quelquefois, par exemple dans les maladies organiques du poumon.

Le mécanisme de l'odorat est des plus simples : il faut seulement que les molécules odorantes soient arrêtées sur la pituitaire, particulièrement dans les endroits où elle reçoit les filets du nerf olfactif. Comme c'est précisément dans la partie supérieure des fosses nasales que les routes de l'air sont les plus étroites et les plus enduites de mucus, il est naturel que ce soit là que les molécules s'arrêtent. Quant à l'utilité du mucus, ses propriétés physiques paraissent telles, qu'il a une plus grande affinité avec les molécules odorantes qu'avec l'air; il les sépare de ce fluide, et les arrête sur la pituitaire, où elles produisent l'impression des odeurs : aussi est-il très-important pour l'exercice de l'olfaction, que le mucus nasal conserve les mêmes propriétés physiques; toutes les fois qu'elles sont changées, comme on le remarque dans les différens degrés du coryza, l'odorat ne s'exerce point, ou se fait d'une manière incomplète (1). D'après ce que nous avons dit sur la distribution des nerfs ol-

(1) Cette explication est, au premier aperçu, satisfaisante : cependant, en l'examinant de près, on voit qu'elle repose sur plusieurs suppositions gratuites : telle est l'affinité des odeurs pour le mucus nasal, le dépôt des molécules odorantes sur la pituitaire, etc.

factifs et branches de la cinquième paire dans les cavités nasales, il est évident que les odeurs qui parviendront à la partie supérieure de ces cavités, seront plus aisément et plus vivement perçues : aussi modifions-nous l'inspiration de manière que l'air se dirige vers ce point lorsque nous voulons sentir plus exactement l'odeur d'un corps. C'est pour la même raison que les priseurs de tabac cherchent à porter cette substance vers la voûte des fosses nasales. Il semble que la face interne des cornets est très-bien disposée pour arrêter les odeurs au moment du passage de l'air ; et, comme la sensibilité y est très-grande, nous sommes portés à croire que l'olfaction s'y exerce, quoiqu'on ne puisse suivre jusque-là les filets de la première ni de la cinquième paire.

Les physiologistes n'ont point encore déterminé les usages du nez dans l'odorat ; il paraît destiné à diriger l'air chargé d'odeurs vers la partie supérieure des fosses nasales. Les personnes dont le nez est difforme, surtout celles qui l'ont écrasé, celles qui ont des narines petites, dirigées en avant, ont ordinairement l'odorat presque nul. La privation du nez, par maladie ou par accident, entraîne le plus souvent la perte de l'odorat. Suivant la remarque intéressante de Béclard, on rétablit ce sens chez les individus qui sont dans ce cas, en leur adaptant un nez artificiel.

Quel est l'usage des sinus ? Celui de fournir en partie le mucus nasal est le seul qui soit généralement connu. Les autres usages qu'on leur a attribués, savoir de servir de dépôt à l'air chargé d'effluves odorantes, d'augmenter l'étendue de la surface sensible aux odeurs, de recevoir une portion d'air quand nous inspirons, pour mettre en jeu l'odorat, etc., ne sont rien moins que certains. Il est positif du moins que ces cavités ne sont pas aptes à recevoir des impressions de la part des odeurs ; des lésions maladives l'ont montré pour l'homme, et l'expérience directe sur les animaux donne le même résultat.

Les vapeurs et les gaz paraissent agir à la manière des odeurs sur la pituitaire. Le mécanisme en doit être cependant un peu différent. Les corps réduits en poudre assez grossière ont aussi une action très-forte sur cette membrane, leur premier contact même est douloureux ; mais l'habitude finit par changer la douleur en plaisir, comme on le voit pour le tabac. On se sert, en médecine, de cette propriété de la pituitaire pour exciter instantanément une douleur très-vive.

Il ne faut pas négliger, dans l'histoire de l'odorat, l'usage des poils qui garnissent les narines et l'entrée des fosses nasales ; peut-être sont-ils destinés à s'opposer à ce que les corps étrangers répandus dans l'air parviennent jusque dans les fosses nasales. Ils auraient ainsi beaucoup d'analogie de fonctions avec les cils et les poils qui garnissent le conduit auditif.

Modifications de l'odorat par l'âge.

L'appareil olfactif est peu développé à la naissance ; les cavités nasales, les divers cornets existent à peine, les sinus n'existent pas, et cependant il paraît que l'olfaction a lieu. Je crois avoir reconnu que les enfans, peu après leur naissance, exercent l'odorat sur les alimens qu'on leur présente. Avec les progrès de l'âge, les cavités nasales se développent, les sinus se forment, et, sous ce rapport, l'appareil olfactif se perfectionne jusqu'à la vieillesse. L'odorat se maintient jusqu'aux derniers momens de la vie, à moins de lésions particulières de l'appareil, telles que des modifications dans la sécrétion du mucus, modifications qui surviennent assez souvent.

L'odorat nous donne des notions sur la composition des corps, et surtout sur celle des alimens. En général, un corps dont l'odeur est désagréable est un aliment peu utile, souvent même dangereux. La répugnance extrême que nous inspirent les odeurs nées des matières végétales ou animales en putréfaction, est un avertissement bien salutaire, puisque ces matières et surtout les animales sont puissamment délétères, et sont fréquemment la cause de maladies épidémiques et meurtrières.

Ce sens est en outre la source d'une foule de sensations agréables, qui ont une influence marquée sur l'état de l'esprit et l'énergie des organes générateurs. Beaucoup d'animaux paraissent avoir l'odorat plus fin que le nôtre.

GOUT.

Des Saveurs.

Les saveurs ne sont que l'impression de certains corps sur l'organe du goût. Les corps qui la produisent sont nommés *sapides*.

On a cru que le degré de sapidité d'un corps pouvait se juger par celui de sa solubilité; mais il y a des corps insolubles qui ont une saveur très-prononcée, et l'on voit des substances très-solubles n'avoir qu'une saveur à peine sensible. La sapidité paraît être en rapport avec la nature chimique des corps, et avec le genre des effets qu'ils produisent sur l'économie animale.

Les saveurs sont très-variées et très-nombreuses. On a essayé, à diverses reprises, de les classer, sans jamais y réussir complètement : cependant on s'entend un peu mieux pour les saveurs que pour les odeurs, sans doute parce que les impressions que reçoit le sens du goût par exemple sont moins fugitives que celles qui sont reçues par le sens de l'odorat. Dire qu'un corps a une saveur *âcre*, *acide*, *amère*, *acerbe*, *douce*, etc., est s'exprimer sans obscurité.

Il est une distinction des saveurs sur laquelle tout le monde est d'accord, parce qu'elle est fondée sur l'organisation : c'est celle qui les partage en *agréables* et en *désagréables*. Les animaux l'établissent instinctivement.

Cette distinction est aussi la plus importante, car les corps dont la saveur nous plaît sont aussi ceux qui en général sont utiles à notre nutrition; tandis que ceux dont la saveur nous est désagréable sont le plus souvent nuisibles.

Appareil du goût.

La langue est l'organe principal du goût : cependant les lèvres, la face interne des joues, le palais, les dents, le voile du palais, le pharynx, l'œsophage et l'estomac lui-même paraissent susceptibles de recevoir des impressions par le contact des corps sapides. Les glandes salivaires, dont les canaux excréteurs s'ouvrent dans la bouche, les follicules qui y versent la mucosité qu'ils sécrètent, concourent puissamment à l'exercice du goût. Indépendamment des follicules muqueux que présente la face supérieure de la langue, et qui y forment les *papilles fongueuses*, on y remarque encore de petites saillies dont les unes, très-nombreuses, s'appellent *papilles villeuses*, et dont les autres, en bien moindre nombre, et disposées en deux rangées sur les côtés de la langue, sont appelées *papilles côniques*.

Tous les nerfs qui se rendent aux parties destinées à recevoir l'impression des corps sapides, doivent être compris dans l'appareil du goût. Ainsi le nerf maxillaire inférieur, plusieurs branches du supérieur, parmi lesquelles il faut remarquer les filets qui naissent du ganglion sphéno-palatin, particulièrement le nerf naso-palatin de Scarpa, le nerf de la neuvième paire, le glosso-pharyngien, paraissent concourir à l'exercice du goût.

Le nerf lingual de la cinquième paire est celui que les anatomistes considèrent comme le principal nerf du goût; car ses filets, disent-ils, se prolongent dans les papilles villeuses et côniques de la langue. J'ai fait vainement des tentatives pour les suivre jusque-là; je me suis servi d'instrumens très-déliés, de loupes et de microscopes perfectionnés d'après les principes de Wollaston, et tous mes efforts ont été

infructueux : on les perd entièrement de vue dès l'instant qu'on en arrive à la membrane la plus extérieure de la langue. On ne réussit pas mieux pour les autres nerfs qui se portent à cet organe.

Mécanisme du goût.

Pour que le goût puisse s'exercer, il faut que la membrane muqueuse qui en revêt les organes soit dans une intégrité parfaite, il faut qu'elle soit enduite de mucosité, et que la salive coule à sa surface et la lubrifie ; quand elle est *sèche*, le goût ne peut s'exercer. Il faut encore que ces liquides ne soient point altérés, car si la mucosité est épaisse, jaunâtre, si la salive est acide, amère, etc., le goût ne s'exercera qu'imparfaitement.

Quelques auteurs ont assuré que les papilles de la langue entraient dans une véritable érection pendant l'exercice du goût : je crois cette assertion entièrement dénuée de fondement

Il suffit qu'un corps soit en contact avec les organes du goût, pour que nous en puissions apprécier sur-le-champ la saveur; mais s'il est solide, il faudra, dans beaucoup de cas, qu'il se dissolve dans la salive avant d'être dégusté : cette condition n'est point nécessaire pour les liquides ni pour les gaz.

Il paraît qu'il y a une certaine action chimique des corps sapides sur l'épiderme de la membrane muqueuse de la bouche; cela est évident, du moins pour quelques-uns : tels sont le vinaigre, les acides minéraux, les alcalis, un grand nombre de sels, etc. Dans ces divers cas, la couleur de l'épiderme change, devient tantôt blanche, tantôt jaune, etc. Il se produit par les mêmes causes des effets analogues sur le cadavre. C'est probablement à la manière dont se fait cette combinaison qu'il faut rapporter l'impression plus ou moins prompte des différens corps sapides, et la durée variable de cette impression.

On ne s'est pas rendu compte jusqu'ici de la faculté qu'ont les dents d'être fortement influencées par certains corps sapides. Il paraît, d'après M. Miel, dentiste distingué de Paris (1), que cet effet doit être rapporté à l'imbibition. Les recherches de M. Miel prouvent que les dents s'imbibent promptement des liquides avec lesquels elles sont en contact. Ceux-ci arrivent ainsi jusqu'à la partie centrale de la dent où se trouve le nerf, qui est une division de la cinquième paire : de là l'impression sapide.

Les différentes parties de la bouche ou de l'arrière-bouche paraissent avoir un mode particulier de sensibilité pour les corps sapides, car ceux-ci agissent tantôt de préférence sur la langue, tantôt sur les dents et les gencives; d'autres fois ils ont une action exculsive sur le palais, le pharynx, etc.

Nous devons à MM. Guyot et Admyrault des expériences curieuses et nouvelles sur ce point.

Première expérience. La partie antérieure de la langue étant engagée dans un sac de parchemin très-souple, on place entre les lèvres une petite quantité de conserve ou de gelée très-sapide, on l'y agite, l'y presse, et l'on n'éprouve d'autre impression que celles qui résultent de la consistance et de la température. Il en sera de même si la substance sapide est promenée à la partie antérieure de la face interne des joues et de la voûte palatine; pourvu que la substance ni la salive qui en serait imprégnée n'arrivent pas à la langue. Ces effets ont été vérifiés avec l'acide hydrochlorique fai-

---

(1) Ce savant modeste était aussi un patriote courageux : il est mort les armes à la main dans les premiers momens des événemens de juillet 1830.

ble et l'eau sucrée sans qu'il ait été possible de distinguer non-seulement ces deux corps l'un de l'autre, mais même d'y trouver une saveur quelconque.

Deuxième expérience. Si l'on écarte la joue de l'arcade alvéolaire, qu'on la recouvre intérieurement d'une gelée acide ou sucrée, la sensation de la saveur est tout-à-fait nulle dans toute son étendue, en prenant pour la salive et pour la langue les précautions indiquées. Cette expérience peut être variée en mettant entre les joues et les arcades alvéolaires serrées un corps soluble, comme du sucre, du chlorure de sodium, ou un peu d'extrait d'aloès; la sapidité ne se manifeste pas, même lorsqu'ils sont tombés en *deliquium ;* elle devient au contraire très-vive lorsqu'on permet à la salive de s'épancher sur les bords de la langue.

Troisième expérience. La langue recouverte comme dans le premier cas seulement, mais dans une plus grande étendue, au moyen d'un prolongement qui descende jusqu'à l'épiglotte, si l'on avale plusieurs substances pulpeuses, d'une saveur très-prononcée et que dans le mouvement de déglutition on ait soin de les mettre successivement en contact avec tous les points de la voûte palatine et du voile du palais, on observe que la saveur se manifeste vers ce dernier organe seulement.

Quatrième expérience. Si l'on recouvre dans toute son étendue la voûte palatine d'une feuille de parchemin, un corps sapide placé sur la langue et avalé n'en produit pas moins sur cette dernière une vive impression.

Cinquième expérience. Un fragment d'extrait d'aloès fixé à l'extrémité d'un stylet, et porté sur tous les points de la voûte palatine et du voile du palais, donne les résultats suivans : Dans toute l'étendue de la voûte palatine, à ses bords comme à son centre, nulle autre impression que celle du tact; il en est exactement de même pour la luette, les piliers du voile du palais et la plus grande partie de cet organe; mais à la partie antérieure moyenne et supérieure de cet organe, une ligne au-dessous de son point d'insertion à la voûte palatine, existe une *petite surface sans limites précises,* ne descendant pas jusqu'à la base de la luette, dont elle est distante de trois à quatre lignes, se prolongeant et se perdant insensiblement sur les côtés : cette surface perçoit les saveurs d'une manière très-marquée. Le même instrument porté dans l'arrière-bouche nous a démontré que la partie postérieure du voile du palais et la muqueuse du pharynx ne prenaient aucune part au sens du goût. Si donc nous exceptons le point que nous venons d'indiquer à la partie supérieure du voile du palais, la langue est le siége unique du goût; mais toutes les parties de cet organe ne concourent point à l'exercice de ce sens.

Sixième expérience. La langue étant recouverte d'un morceau de parchemin percé à son centre, de manière que l'ouverture corresponde au milieu de sa face dorsale, si on applique sur cette partie une conserve sucrée ou acide, il n'y a aucune sensation du goût, même en la pressant contre la voûte palatine; la saveur ne se manifeste que lorsque la salive imprégnée arrive aux bords de la langue. En répétant cette expérience sur la plus grande partie de sa face dorsale, le résultat reste le même.

Septième expérience. Un corps sapide quelconque, placé au-devant du frein de la langue, et comprimé par la face inférieure de cet organe, n'y cause aucune impression de goût.

Huitième expérience. Un stylet disposé comme le précédent, c'est-à-dire muni à son extrémité d'un fragment d'aloès, ou d'une éponge imbibée de vinaigre, et porté sur les différentes parties de la langue, nous a donné les résultats suivans : Toute la face dorsale de la langue ne jouit pas de la propriété de percevoir les saveurs ; cette propriété se manifeste en approchant de la circonférence, dans une étendue d'une à deux lignes sur les côtés, et de trois à quatre à la pointe, tout-à-fait en arrière, elle se prononce dans un espace situé au-delà d'une légère courbe qui passerait par le trou borgne, et dont la concavité serait tournée en avant.

Les saveurs sont aussi perçues plus vivement et d'une manière à peu près uniforme dans toute l'étendue par les bords de la langue, jusqu'à quelques lignes de leur extrémité antérieure. A dater de ce point, l'impression des saveurs devient de plus

en plus forte jusqu'à la pointe de la langue, où elle est à son maximum d'intensité.

Il y a des corps qui laissent long-temps leur saveur dans la bouche : ce sont particulièrement les corps aromatiques. Tantôt cet *arrière-goût* se fait sentir dans toute la bouche; tantôt il n'en occupe qu'une région. Les corps âcres, par exemple, laissent une impression dans le pharynx ; les acides, sur les lèvres et sur les dents; la menthe poivrée en laisse une qui existe à la fois dans la bouche et le pharynx, etc.

Il est nécessaire que les corps restent quelque temps dans la bouche pour que leurs saveurs soient appréciées : lorsqu'ils ne font que traverser rapidement cette cavité, l'impression qu'ils y produisent est presque nulle : c'est pourquoi nous avalons vite les corps dont la saveur nous déplaît, nous nous complaisons, au contraire, à laisser séjourner dans la bouche les corps dont le goût nous est agréable.

Lorsque nous dégustons une substance dont la saveur est forte et tenace, un acide végétal, par exemple, nous devenons, pour quelques instans, insensibles à la saveur plus faible d'autres corps. On fait usage de cette observation en médecine pour éviter aux malades la saveur désagréable de certains médicamens.

Nous pouvons percevoir plusieurs saveurs à la fois, distinguer leurs différens degrés d'intensité, comme le font les chimistes, les gourmets, les dégustateurs de boissons. Par ce moyen, nous parvenons quelquefois à des connaissances très-exactes de la nature chimique des corps; mais le goût n'acquiert cette perfection que par un long exercice, ou, si l'on veut, par une véritable éducation.

Le nerf lingual est-il le nerf essentiel du goût? Cette question, naguère si obscure, n'offre plus aujourd'hui aucune difficulté; les expériences physiologiques et la pathologie la résolvent complètement.

Si le nerf lingual est coupé sur un animal, la langue continue à se mouvoir, mais elle a perdu la faculté d'être sensible aux saveurs. Dans ce cas, le palais, les gencives, la face interne des joues, conservent leur sensibilité. Mais si le tronc de la cinquième paire est coupé dans le crâne, alors la propriété de reconnaître les saveurs est complètement perdue pour toute espèce de corps, même les plus âcres et les plus caustiques, dans la langue, les lèvres, les joues, les dents, les gencives, le palais, etc. (*Journal de Physiologie*, t. IV).

Cette abolition totale du goût existe chez les personnes qui ont le tronc de la cinquième paire comprimé ou altéré. *Tous les corps que je mâche*, me disait un malade dans ce cas, *me paraissent de la terre.*

Dans le sens du goût, la sensibilité générale est confondue avec celle qui paraît spéciale, et, ce qui est digne d'intérêt, les deux phénomènes semblent appartenir évidemment au même nerf.

Modifications du goût par l'âge.

Il est difficile de dire si le goût existe chez le fœtus, bien que l'organe principal en soit très-développé, ainsi que les nerfs qui s'y rendent. A coup sûr, ce sens existe chez l'enfant naissant, comme on peut s'en convaincre en lui mettant sur la langue une substance amère ou salée. Les impressions du goût paraissent très-vives chez les enfans ; on sait qu'ils répugnent en général à tous les mets dont la saveur est un peu forte.

Le goût se maintient jusque dans l'âge le plus avancé : il est vrai qu'il devient plus faible, et qu'il faut au vieillard des alimens ou des boissons dont la saveur soit très-forte, mais cela est en harmonie avec les besoins de son organisme, qui réclament des excitans énergiques, nécessaires pour ranimer ses forces épuisées.

Le goût préside aux choix des alimens : réuni à l'odorat, il nous fait distinguer les substances qui peuvent nuire, d'avec celles qui nous sont utiles. Ce sens est celui qui nous donne les connaissances les plus certaines sur la composition chimique des corps.

DU TOUCHER.

Par le toucher nous connaissons la plupart des propriétés des corps; et parce que ce sens est moins sujet aux erreurs que les autres, que dans certains cas il nous sert à dissiper celles où ceux-ci nous ont conduits, il a été regardé comme le *sens par excellence*, le *premier des sens;* mais nous verrons qu'il faut beaucoup restreindre les avantages que lui ont attribués les physiologistes, et surtout les métaphysiciens.

Le toucher se distingue facilement du *tact*. Celui-ci est, à quelques exceptions près, généralement répandu dans nos organes, et particulièrement aux surfaces cutanée et muqueuse; il existe chez tous les animaux, tandis que le toucher n'est exercé que par des parties évidemment destinées à cet usage; il n'existe pas chez tous les animaux, et n'est autre chose que le tact réuni à la contraction musculaire, dirigée par la volonté. Enfin, dans l'exercice du tact, nous pouvons être considérés comme passifs, tandis que nous sommes essentiellement actifs quand nous exerçons le toucher.

Propriétés physiques des corps qui mettent en jeu le toucher.

Presque toutes les propriétés physiques des corps sont susceptibles de mettre en jeu les organes du toucher : la forme, les dimensions, les divers degrés de consistance, le poids, la température, les mouvemens de transport, ceux de vibration, etc., etc., sont autant de circonstances qui sont appréciées plus ou moins exactement par le toucher.

Appareil du toucher.

Les organes destinés au toucher n'exercent pas uniquement cette fonction : en sorte que, sous ce rapport, le toucher diffère des autres sens. Cependant comme, dans le plus grand nombre des cas, c'est la peau qui reçoit les impressions tactiles produites par les corps qui nous environnent, il est nécessaire de dire quelques mots de sa structure.

La peau forme l'enveloppe du corps; elle se confond avec les membranes muqueuses à l'entrée de toutes les cavités; mais il est inexact de dire que ces membranes en sont une continuation.

La peau est formée principalement par le *derme* ou *chorion*, couche fibreuse, d'épaisseur différente, suivant les parties qu'elle recouvre; elle adhère à ces parties tantôt par du tissu cellulaire plus ou moins serré, tantôt par des brides fibreuses. Le chorion est presque toujours séparé des parties sous-jacentes par une couche plus ou moins épaisse, qui sert dans l'exercice du toucher.

Le côté externe du chorion est recouvert par l'épiderme, matière solide, sécrétée par la peau. L'épiderme ne doit point être considéré comme une membrane; c'est une couche homogène, adhérente par sa face interne au chorion, et percée d'un nombre infini de petits trous, dont les uns laissent passer les poils, et les autres la matière de la transpiration cutanée, en même temps qu'ils servent à l'absorption dont la peau est le siége. Ces derniers sont nommés *les pores de la peau.*

Il faut remarquer, relativement à l'épiderme, qu'il est insensible, qu'il ne jouit d'aucune des propriétés de la vie, qu'il n'est point sujet à la putréfaction, qu'il s'use et se répare continuellement, que son épaisseur augmente ou diminue selon le besoin; on le dit inattaquable par les organes digestifs.

La connexion de l'épiderme au chorion est intime, et cependant on ne peut douter qu'il n'y ait entre ces deux parties une couche particulière, dans laquelle se passent

des phénomènes importans. L'organisation de cette couche est encore peu connue. Malpighi croyait qu'elle est formée par un mucus particulier, dont l'existence a été long-temps admise, et qui portait le nom de *corps muqueux de Malpighi*. D'autres auteurs l'ont considérée, avec plus de raison, comme un réseau vasculaire (1); Gall l'assimile, par un vrai paradoxe, à la matière grise qu'on remarque dans plusieurs endroits du cerveau. M. Gautier, en examinant avec attention la face externe du derme, y a remarqué de petites saillies rougeâtres, disposées par paires : on les aperçoit très-aisément quand le chorion est mis à nu par l'action d'un vésicatoire. Ces petits corps sont disposés régulièrement à la face palmaire de la main et à la plantaire du pied. Ils sont sensibles, et se reproduisent quand ils ont été arrachés. Ils paraissent essentiellement vasculaires. Ce sont ces corps que l'on a long-temps nommés, sans les avoir étudiés avec soin, les *papilles de la peau*. L'épiderme est percé, vis-à-vis leur sommet, d'une petite ouverture, par laquelle on voit s'échapper de petites gouttelettes de sueur lorsque la peau est exposée à une température un peu élevée. La peau contient un grand nombre de follicules sébacés; elle reçoit beaucoup de vaisseaux, et une très-grande quantité de nerfs, particulièrement aux points de cette membrane qui doivent concourir au toucher. On ignore complètement la manière dont les nerfs se terminent dans la peau ; tout ce qui a été dit des papilles nerveuses cutanées est hypothétique.

L'exercice du tact et du toucher est favorisé par le peu d'épaisseur du derme, une température un peu élevée de l'atmosphère, une transpiration cutanée abondante, ainsi qu'une certaine épaisseur et une certaine souplesse de l'épiderme. Lorsque les dispositions contraires existent, le tact et le toucher sont plus ou moins imparfaits.

Jusqu'ici les physiologistes avaient considéré tous les nerfs comme pouvant concourir au tact, et même au toucher, cette idée est loin d'être exacte; l'expérience montre, au contraire, qu'un grand nombre de nerfs ne paraissent pas doués de cette propriété, et, dans le même nerf, tous les filets ne la présentent pas ; par exemple : la plupart des nerfs qui naissent de la moelle épinière ont deux sortes de racines, les unes antérieures, et les autres postérieures; ces dernières seules paraissent servir au tact des organes du tronc et des membres.

Mécanisme du tact.

Le mécanisme du tact est extrêmement simple ; il suffit que les corps soient en contact avec la peau pour que nous acquérions aussitôt des données plus ou moins exactes sur les propriétés tactiles des corps.

Le tact nous fait particulièrement juger de la température. Lorsque les corps nous enlèvent du calorique, nous les nommons *froids ;* lorsqu'ils nous en cèdent, nous les disons *chauds ;* et selon la quantité de calorique dont ils nous privent ou qu'ils nous donnent, nous déterminons leurs différens degrés de chaleur ou de refroidissement. Cependant les jugemens que nous portons sur la température sont loin d'être rigoureusement en rapport avec la quantité de calorique que les corps nous cèdent ou nous enlèvent; nous y mêlons à notre insu une comparaison avec la température de l'atmosphère, en sorte qu'un corps plus froid que le nôtre, mais plus chaud que l'atmosphère, nous paraîtra chaud, quoique réellement il nous enlève du calorique quand nous le touchons. C'est la raison pour laquelle les lieux dont la température est uniforme, comme les caves, les puits, nous paraissent froids en été et chauds

(1) On voit distinctement sur les cadavres, à la face externe du chorion, des vaisseaux très-nombreux, très-fins, et remplis de sang, dans les points où des vésicatoires ont été appliqués quelque temps avant la mort.

en hiver. La capacité des corps pour le calorique influe aussi sur les jugemens que nous portons sur la température ; témoin la sensation différente que causent le fer et le bois, quoique à la même température.

Un corps assez chaud pour décomposer chimiquement nos organes produit la sensation *de la brûlure.* Un corps dont la température est assez basse pour absorber promptement une grande proportion du calorique d'une partie, produit une sensation analogue : on peut s'en assurer en touchant du mercure congelé.

Les corps qui ont une action chimique sur l'épiderme, ceux qui le dissolvent, comme les alcalis caustiques et les acides concentrés, produisent une impression facile à reconnaître, et qui peut servir à distinguer ces corps.

Tous les points de la peau ne sont pas doués du même degré de sensibilité; de manière qu'un corps, appliqué successivement sur divers points de la surface du système cutané, produira une série d'impressions différentes.

Les membranes muqueuses jouissent d'un tact très-délicat. Qui ne connaît la grande sensibilité des lèvres, de la langue, de la conjonctive, de la pituitaire, de la muqueuse, de la trachée artère, de l'urètre, du vagin, etc. ? Le premier contact des corps qui ne sont pas naturellement destinés à toucher ces membranes, est d'abord douloureux, mais cet effet change bientôt par le pouvoir de l'habitude.

Le tact de ces parties s'exerce même sur les vapeurs ; qui ne sait que les vapeurs ammoniacales ou acides affectent douloureusement la conjonctive, le larynx, etc.? Ce phénomène a une analogie évidente avec l'odorat.

Mécanisme du toucher.

Chez l'homme, la main est l'organe principal du toucher ; toutes les circonstances les plus avantageuses s'y trouvent réunies. L'épiderme y est mince, poli et très-souple, la transpiration cutanée abondante, ainsi que la sécrétion huileuse. Les bourgeons vasculaires y sont plus nombreux que partout ailleurs. Le chorion n'y a pas une épaisseur trop considérable ; il reçoit beaucoup de vaisseaux et de nerfs ; il est adhérent à l'aponévrose sous-jacente par des brides fibreuses, et il est soutenu par du tissu cellulaire graisseux, fort élastique. C'est à l'extrémité ou à la pulpe des doigts que toutes ces dispositions sont à leur plus haut degré de perfection ; les mouvemens de la main sont faciles, très-multipliés, tels enfin que cette partie peut s'appliquer à tous les corps, quelle que soit l'irrégularité de leur figure.

Tant que la main reste immobile à la surface d'un corps, elle n'agit que comme organe du tact. Pour exercer le toucher, il faut qu'elle se meuve, soit pour parcourir leur surface, afin de nous en indiquer la forme, les dimensions, etc. ; soit pour les comprimer, afin d'acquérir des notions sur leur consistance, leur élasticité, etc.

Quand un corps a des dimensions considérables, nous employons la main tout entière pour le toucher; si, au contraire, le corps est très-peu volumineux, nous le touchons avec l'extrémité des doigts. La faculté qu'a l'homme d'opposer les doigts par leur pulpe, lui donne, sous ce rapport, un grand avantage sur les animaux.

Relativement au toucher le calorique joue le même rôle que la lumière par rapport à la vue. Il nous fait connaître la présence et certaines propriétés des corps, bien qu'ils se trouvent souvent très-éloignés de nous; et de même que cela arrive pour la vue, nous reportons instinctivement à distance l'impression qui s'effectue au contact.

Dès la plus haute antiquité on a donné au toucher une grande prépondérance sur les autres sens ; quelques philosophes ont été jusqu'à dire qu'il était la cause de la raison humaine. Cette idée s'est maintenue jusqu'à nos jours; elle a reçu même une extension remarquable dans les écrits de Condillac, de Buffon et des physiologistes modernes. Buffon, en particulier, donnait au toucher une telle importance, qu'il croyait *qu'un homme n'avait beaucoup plus d'esprit qu'un autre*, *que pour avoir fait*,

dès sa première enfance, un plus prompt et plus grand usage de ses mains. On ferait bien, dit-il, de laisser aux enfans le libre usage des mains dès le moment de leur naissance (1).

Le toucher n'a réellement aucune prérogative sur les autres sens; et si dans certains cas il aide à l'exercice de la vue ou de l'ouïe, dans d'autres ces sens lui sont aussi d'un grand secours; il n'y a aucune raison de croire que les idées qu'il excite dans le cerveau soient d'un ordre plus relevé que celles qui y naissent par l'action des autres sens.

Modifications du tact et du toucher par l'âge.

Le fœtus jouit-il du tact et du toucher? La négative est probable, au moins en prenant ces mots dans leur acception la plus rigoureuse. On dit que le premier contact de l'air sur la peau de l'enfant naissant est la cause d'une douleur très-vive qui lui arrache les cris qu'il pousse : je crois cette idée peu fondée.

Le tact et le toucher se détériorent avec les années. Dans le vieillard, ils sont sensiblement altérés; mais à cet âge la peau a subi des changemens désavantageux : l'épiderme n'est plus aussi souple, la transpiration de la peau ne se fait plus qu'imparfaitement; la graisse, qui auparavant soutenait le chorion, ayant le plus souvent disparu, celui-ci se plisse, devient flasque. On conçoit que toutes ces causes doivent nuire à l'exercice du tact et du toucher, surtout lorsqu'on sait que la faculté de sentir, elle-même, a éprouvé chez le vieillard une diminution considérable.

Par l'exercice, le toucher peut arriver à un degré de perfection très-élevé, comme on l'observe dans un grand nombre de professions. Un toucher très-exercé est indispensable pour un chirurgien, et surtout pour un médecin.

Du tact interne.

La plupart des organes jouissent, comme la peau, de la faculté de transmettre au cerveau des impressions quand ils sont touchés par les corps extérieurs, ou simplement quand ils sont médiatement comprimés, foissés, etc. On peut dire qu'ils jouissent généralement du tact.

Les os, les tendons, les aponévroses, les ligamens, ne sont pas dans ce cas, etc.; à l'état sain, ils sont insensibles, et peuvent même être coupés, brûlés, déchirés sans que nous en soyons avertis par aucune sensation.

Un fait pour ainsi dire incroyable, d'après les idées admises, c'est que plusieurs nerfs paraissent être dans le même cas que les tendons, aponévroses, etc. Ils sont insensibles à tous les excitans mécaniques; tels sont la première, la seconde, la troisième, la quatrième, la sixième et la portion molle de la septième paire de nerfs, les branches et les ganglions du sympathique (2). (*Voy.* le détail de mes expériences à ce sujet dans mon *Journal de Physiologie*, tom. IV.)

---

(1) Il existe en ce moment, à Paris, un jeune artiste peintre, qui n'a aucune trace de bras, d'avant-bras, ni de main; ses pieds n'ont que quatre orteils (le second manque), et cependant son intelligence ne le cède en rien à celle d'un homme de son âge; il annonçait il y a quelques années et il possède aujourd'hui un talent distingué. Il dessine et peint avec les pieds. Ajoutons cependant que ces parties ont une flexibilité et une sensibilité qui paraît beaucoup plus développée que dans les pieds ordinaires. N'est-ce pas un phénomène bien remarquable que le goût et le talent de peintre d'histoire chez un homme aussi peu favorisé de la nature!

(2) Quant à la portion dure de la septième paire ou nerf facial, il est dans une position toute particulière; il ne paraît pas être sensible par lui-même; cependant s'il est mis à nu sur un

L'insensibilité des organes fibreux n'était point connue des anciens; ils envisageaient toutes les parties blanches comme nerveuses, et leur attribuaient les propriétés que nous savons maintenant n'appartenir qu'à un ordre distinct de nerfs. C'est aux expériences de Haller et à celles de ses disciples que nous sommes redevables de savoir qu'entre tous les tissus fibreux blancs les nerfs seuls sont sensibles (1); cet utile résultat devait avoir une grande influence sur les progrès récens de la chirurgie. En effet, avant de connaître cette conséquence inattendue d'expériences directes, ce que redoutaient le plus les opérateurs, c'était de léser des parties blanches. Aujourd'hui elles sont intéressées sans aucune crainte. N'eussions-nous que cette preuve de la grande utilité des expériences physiologiques sur les animaux vivans, il me semble qu'il serait difficile de ne pas l'accorder. Combien de malheureux ont dû la vie à cette sécurité des chirurgiens!

Le fait que j'ai été assez heureux pour découvrir, savoir que, parmi les nerfs, il en est qui égalent les tendons, les aponévroses, les cartilages pour l'insensibilité complète, n'aura pas, je l'espère, une moindre influence sur les progrès futurs de la chirurgie.

Sensations spontanées.

Sans l'intervention d'aucune cause externe, tous les organes peuvent spontanément développer en nous un grand nombre d'impressions diverses. Elles sont de trois espèces. Les premières naissent quand il est nécessaire que les organes agissent; on les nomme *besoins, désirs instinctifs :* telles sont la faim, la soif, le besoin d'uriner, celui de respirer, les appétits vénériens, etc., etc.

Les secondes ont lieu pendant l'action des organes; elles sont souvent obscures, quelquefois très-vives. De ce nombre sont les impressions qui accompagnent les diverses excrétions, comme celle du sperme, de l'urine, du lait. Telles sont encore les impressions qui nous avertissent de nos mouvemens, des périodes de la digestion : les rêves, la pensée elle-même se rattachent à ce genre d'impression.

La troisième espèce de sensations internes se développe quand les organes ont agi. A cette espèce appartient le sentiment de la fatigue, variable dans les différens appareils de fonctions.

Il faut ajouter à ces trois espèces d'impressions celles qui se font sentir dans les maladies : celles-ci sont infiniment nombreuses et variées; leur étude approfondie est indispensable au médecin.

Toutes les sensations venant du dedans, naissant presque toujours indépendamment de l'action des corps extérieurs, ont été désignées collectivement par la dénomination de *sensations internes*, ou *sentimens*.

Leur considération avait été négligée par les métaphysiciens du siècle dernier; mais

---

animal vivant, il donne des indices non équivoques de sa sensibilité; mais un de mes anciens collaborateurs, maintenant professeur de physiologie à Copenhague, M. Eschriht, a prouvé, par plusieurs expériences très-finement conduites, que si ce nerf est sensible il le doit, comme toutes les parties de la face, à l'intégrité de la cinquième paire; ce fait remarquable découlait aussi d'une expérience que j'ai faite, et qui consiste à couper le tronc des deux cinquième paire dans le crâne : alors toute la face perd sa sensibilité; par conséquent celle de la septième paire y est comprise; mais l'idée de faire ressortir cette conséquence ne m'était pas venue. Il est heureux pour la science que mon savant confrère y ait songé, et qu'il en ait fait un sujet spécial de recherches. Cela nous a valu un bon mémoire. (*Voyez* mon *Journal de Physiologie.*)

(1) J'ai remarqué cependant plusieurs fois, dans mes expériences, que la partie de la dure-mère qui forme les parois du sinus longitudinal supérieur, était d'une sensibilité non douteuse.

cette étude a été, de nos jours, l'objet des méditations de plusieurs auteurs distingués, particulièrement de Cabanis et de MM. Destutt-Tracy et Thurot; leur histoire est une des parties les plus curieuses de l'idéologie.

Du prétendu sixième sens.

Buffon, en parlant de la vivacité des sensations agréables qui sont produites par le rapprochement des sexes, a dit, dans un langage figuré, qu'elles dépendaient d'un sixième sens.

Les magnétiseurs, et surtout ceux d'Allemagne, parlent beaucoup d'un sens qui est présent dans tous les autres, qui veille quand ceux-ci dorment, qui est surtout développé dans les individus somnambules : il donne à ces personnes le pouvoir de prédire les événemens. *Ce sens, qui forme l'instinct des animaux, leur fait pressentir les dangers prochains. Il réside dans les os, les viscères, les ganglions et les plexus nerveux.* Répondre à de semblables rêveries, serait à coup sûr perdre son temps.

Ayant découvert dans l'os incisif des animaux un organe particulier, M. Jacobson a soupçonné qu'il pouvait être la source d'un ordre distinct de sensations, sans en donner d'ailleurs aucune preuve.

Enfin la faculté qu'ont les chauves-souris de se diriger, en volant dans les lieux les plus obscurs, avait fait penser à Spallanzani et à M. Jurine, de Genève, que ces animaux étaient doués d'un sixième sens; mais M. Cuvier a fait voir que cette faculté de se conduire ainsi dans l'obscurité devait être attribuée au sens du toucher.

Il n'existe donc pas de sixième sens.

DES SENSATIONS EN GÉNÉRAL (1).

Les sensations forment la première partie de la vie de relation; elle établissent nos relations passives avec les corps environnans, et avec nous-mêmes. Cette expression de *passives*, comme on le sentira aisément, n'est vraie qu'en un certain sens; car les sensations, de même que les autres fonctions de l'économie, sont le résultat de l'action des organes, et par conséquent essentiellement actives.

Tout ce qui existe peut agir sur nos sens; nous ne sommes instruits positivement de l'existence des corps que par ce moyen. Tantôt les corps agissent directement sur nos organes, tantôt leur action s'établit par le secours de corps intermédiaires, tels que la lumière, les odeurs, etc.

La plupart des corps peuvent agir sur plusieurs de nos sens; d'autres, au contraire, n'ont d'influence que sur un seul.

Les appareils de sensations, ou les sens, sont formés, 1° d'une partie extérieure qui possède des propriétés physiques en rapport avec celles des corps; 2 de nerfs qui reçoivent les impressions et les transmettent au cerveau.

La partie extérieure des appareils de la vue et de l'ouïe est très-compliquée; celle des trois autres sens est beaucoup plus simple : mais, dans tous, l'état physique de cette partie a une telle influence, que la moindre altération de cet état jette un trouble marqué dans la fonction.

Des nerfs.

Les nerfs, qui forment la seconde partie des appareils de sensation, sont des organes essentiels des sens.

---

(1) Les considérations générales étant fondées sur la connaissance des faits particuliers, nous les placerons toujours après l'exposition de ceux-ci : cette marche est conforme au mécanisme de la formation des idées.

Tous les nerfs ont deux extrémités : l'une est confondue avec la substance du cerveau ; l'autre est disposée diversement dans les organes. Ces deux extrémités ont été tour à tour nommées *origine* ou *terminaison des nerfs*. Les uns disent que tous les nerfs naissent du cerveau et se terminent aux organes ; les autres pensent, au contraire, que les nerfs naissent des organes, et qu'ils forment le cerveau en se réunissant. Ces expressions sont inexactes et donnent une idée fausse ; elles ne peuvent être utiles que dans la description des organes ; et comme on pourrait aisément les remplacer sans nuire à la clarté, peut-être serait-il à désirer qu'on les abandonnât ; car il est évident que les nerfs *ne forment pas plus le cerveau par leur réunion, que le cerveau ne donne naissance aux nerfs*. Par ces termes, on exprime d'une manière métaphorique la disposition des deux extrémités de chaque nerf.

L'extrémité *cérébrale* des nerfs présente des filamens très-déliés, qui se confondent avec la substance du cerveau ; à peu de distance du point où l'on commence à les apercevoir, ces filamens ce réunissent et forment le nerf.

Il existe des différences marquées entre les nerfs : les uns sont arrondis, ceux-là sont aplatis ; d'autres sont comme cannelés sur leurs côtés ; un grand nombre sont longs, plusieurs sont très-courts, quelques-uns sont mous, d'autres offrent une ténacité de tissu remarquable. On peut dire que, pour la forme, la couleur, etc., il n'y a pas deux nerfs qui se ressemblent entièrement. En général, ces organes sont placés de manière à n'être exposés que rarement à des lésions qui viendraient de causes extérieures.

En se portant vers les diverses parties, les nerfs se divisent en branches, rameaux, ramuscules ; ils finissent dans l'épaisseur des organes par des filamens tellement fins, qu'ils ne peuvent plus être aperçus, même à l'aide des instrumens d'optique. Les nerfs communiquent entre eux, *s'anastomosent*, et forment ce qu'on appelle des *plexus*.

A l'exception du nerf optique, dont on peut voir facilement l'extrémité *organique*, et du nerf acoustique, sur lequel on a quelques notions, on ignore absolument la disposition des extrémités des filamens nerveux dans le tissu des organes. On a beaucoup parlé des extrémités ou *papilles nerveuses*, on en parle même encore dans les explications physiologiques ; mais tout ce qu'on a dit sous ce rapport est purement imaginaire. Il est facile de démontrer que les corps qui ont été et qui sont encore nommés *papilles nerveuses*, n'en sont point.

Les nerfs sont en général formés par des filamens excessivement déliés, qui probablement se réduiraient en filamens plus fins encore si nos moyens de division étaient plus parfaits. Ces filamens, qui ont été nommés *fibres nerveuses*, communiquent fréquemment entre eux, et affectent dans le corps des nerfs une disposition qui est en petit ce que sont en grand les plexus. On croit généralement que chaque fibre est formée par une enveloppe (*nevrilème*), et par une pulpe centrale, semblable, par sa nature, à la substance cérébrale. Je crois hypothétique ce qu'on dit à cet égard. J'ai fait tous mes efforts pour répéter les préparations que les anatomistes conseillent pour voir cette structure, je n'ai jamais pu parvenir à la reconnaître. La seule ténuité des fibres nerveuses me paraît une objection puissante. Comment, quand on peut à peine, à l'aide du microscope, apercevoir la fibre elle-même, et que l'on peut très-raisonnablement la supposer formée par la réunion de fibres plus petites ; comment, dis-je, y distinguer une cavité remplie par une pulpe ? Il y a quelques années un préparateur d'anatomie fort habile, M. Bogros, a cru être parvenu à injecter les nerfs avec du mercure par une forte pression, mais il était seulement arrivé à faire marcher l'injection sous le nevrilème commun à plusieurs fibrilles nerveuses (1).

---

(1) J'ai vu une seule fois, au centre du nerf interne du pénis d'un cheval, l'apparence d'un

Quelle que soit la disposition physique de la substance qui forme le parenchyme des fibres nerveuses, il est certain qu'elle a les mêmes propriétés chimiques que la substance cérébrale, et que chaque nerf reçoit des atérioles nombreuses, relativement à son volume, et qu'il présente des radicules veineuses en nombre proportionné.

La branche postérieure de tous les nerfs qui *naissent* de la moelle de l'épine offre, non loin du point où elle se réunit avec la branche antérieure, un renflement qui est appelé *ganglion.* Ces corps, d'une couleur, d'une consistance et d'une structure tout-à-fait différentes de celles des nerfs, n'ont aucun usage connu. Le nerf de la huitième paire, au moment où il sort du crâne, présente assez souvent un renflement de ce genre. Le nerf de la cinquième paire a lui-même un très-gros ganglion pour sa branche supérieure. Ces divers ganglions méritent aujourd'hui l'attention particulière des physiologistes; leur étude sur les animaux vivans peut conduire à des découvertes importantes; en général ces ganglions appartiennent aux nerfs qui sont plus particulièrement destinés à la sensibilité générale.

Du mécanisme ou des explications physiologiques des sensations.

Les explications physiologiques des sensations consistent dans l'application plus ou moins exacte des lois de la physique, de celles de la chimie, etc., aux propriétés physiques que présente la partie des appareils placés au-devant des nerfs, comme on a dû le remarquer dans l'histoire particulière de chaque sensation. Dès l'instant qu'on arrive aux usages des nerfs dans ces fonctions, il n'y a plus aucune explication à donner : il faut s'en tenir rigoureusement à l'observation des phénomènes.

Cette conséquence, bien facile à déduire, ne paraît avoir été sentie que par un petit nombre d'auteurs, et même elle n'est exprimée qu'assez vaguement dans leurs ouvrages. Dans tous les temps, on a cherché à expliquer cette action des nerfs. Les anciens considéraient ces organes comme les *conducteurs des esprits animaux.* A l'époque où la physiologie était dominée par les idées de mécanique, on envisageait les nerfs comme des cordes vibrantes, sans réfléchir qu'ils n'ont aucune des conditions physiques nécessaires pour vibrer. Quelques hommes de mérite ont imaginé que les nerfs étaient les conducteurs et même les organes sécréteurs d'un fluide subtil, qu'ils ont nommé *nerveux:* d'après eux, c'est au moyen de ce fluide que les sensations sont transmises au cerveau. Dans ce moment, où la direction des esprits est portée vers l'étude des fluides impondérables, cette opinion compte un assez grand nombre de sectateurs. Je connais des savans qui honorent notre siècle par leurs lumières, et qui ne sont pas éloignés de *croire* que l'électricité joue un grand rôle dans les sensations et les autres fonctions; mais *croire* ou *ignorer* n'est-ce pas la même chose? Prétendre expliquer les sensations en les rapportant à une propriété vitale qu'on appelle *animale*, *percevante*, *relative*, etc., c'est avoir recours au mode d'explication le plus vicieux : car ici on change seulement le mot qui exprime la chose, et la difficulté n'est pas même reculée.

Sans qu'il faille rien préjuger, nous rangeons l'action des nerfs parmi les actions vitales, qui, comme on l'a vu au commencement de cet ouvrage, ne sont susceptibles, dans l'état actuel de la science, d'aucune explication.

Mais est-il bien certain que les nerfs soient des agens indispensables des impres-

---

canal. Persuadé que cette apparence se montrerait sur d'autres chevaux, j'avais fait mes préparatifs pour en tenter l'injection, mais elle ne s'est plus montrée à mon observation et n'était probablement qu'accidentelle.

sions reçues par les sens? L'observation et l'expérience le démontrent d'une manière péremptoire.

Un homme reçoit une blessure qui intéresse un tronc nerveux, la partie où ce nerf se distribue devient insensible. Si le nerf optique est celui qui a souffert, l'individu devient aveugle; il devient sourd si c'est le nerf acoustique qui a été lésé.

On produit à volonté ces effets sur les animaux, en coupant, ou simplement en liant ou comprimant les nerfs. Lorsqu'on enlève la ligature, ou lorsqu'on cesse de comprimer ce nerf, la partie reprend la sensibilité qu'elle avait auparavant.

Sur l'homme, comme sur les animaux, la blessure d'un nerf produit des douleurs horribles. Enfin, toutes les maladies qui altèrent, même légèrement, le tissu des nerfs, influent manifestement sur leur fonction d'agent des sensations.

La science a fait récemment, sous le rapport des fonctions des nerfs, des progrès remarquables. Au moyen des notions nouvelles, plusieurs idées anciennes doivent être réformées. (*Voyez* mon *Journal de Physiologie.*)

Il est devenu, par exemple, indispensable de distinguer les nerfs en *sensibles* et en *insensibles.*

Les nerfs sensibles ont pour caractères anatomiques, d'offrir un ganglion non loin de leur origine. Ces nerfs se composent : 1° de la branche supérieure de la cinquième paire, qui donne la sensibilité à la peau et aux membranes muqueuses de toute la partie antérieure de la tête; 2° des nerfs qui résultent de la réunion des racines postérieures des nerfs rachidiens; ils donnent la sensibilité à la peau du cou, du tronc et des membres, et à presque tous les organes de la poitrine et de l'abdomen; 3° de la huitième paire, qui préside à la sensibilité du pharynx, de l'œsophage, du larynx et de l'estomac; 4° du sous-occipital ou dixième paire, qui préside à la sensibilité de la partie postérieure de la tête, et en partie à celle du pavillon de l'oreille.

J'ai prouvé, par l'expérience, que si ces différens nerfs sont coupés près de leur origine, les parties où ils vont se répandre perdent toute sensibilité.

Les nerfs que l'on peut regarder comme *insensibles,* bien qu'il ne faille pas prendre cette expression dans un sens absolu, puisque parmi eux se trouvent les nerfs principaux des sensations spéciales de la vue et de l'ouïe, sont : les nerfs optique, olfactif et acoustique; mais on a vu que ces trois nerfs ont un sensibilité spéciale, qui est, en très-grande partie, soumise à l'influence de la cinquième paire; cette influence d'un nerf sur l'action d'autres nerfs est neuve dans la science, et mérite toute l'attention des physiologistes.

Plusieurs autres nerfs paraissent aussi dépourvus de sensibilité; tels sont les troisième, quatrième et sixième paires, la portion dure de la septième, avec des modifications particulières que j'ai indiquées plus haut; le nerf hypoglosse, et la branche antérieure de toutes les paires qui naissent de la moelle épinière.

Quand on coupe ces divers nerfs, les parties où ils se distribuent conservent la sensibilité; chez l'homme malade, quand ces nerfs sont seuls intéressés, plusieurs fonctions sont altérées; mais la faculté tactile, et en général celle de sentir, ne paraît même pas diminuée. (*Voyez* mon *Journal de Physiologie,* tom. III et IV.)

On ignore complètement l'utilité des anastomoses nombreuses qu'ont entre eux les nerfs; on ignore également quelles sont les conséquences qui résultent des communications des nerfs, des sensations avec les ganglions du grand sympathique : les suppositions qu'on a faites pour en expliquer l'usage, montrent assez que sur ce point la physiologie est encore à son berceau.

Jusqu'ici il n'a été question que des agens de la sensation : parlons maintenant du phénomène lui-même, faisons-en connaître les principaux caractères, et d'abord signalons les plus remarquables.

Toute sensation au moment même où nous l'éprouvons est rapportée à une cause extérieure; nous savons que l'impression ressentie vient de ce qui n'est pas nous, ou comme diraient certains philosophes du *monde extérieur,* en sorte que sentir une impression, est en même temps savoir : 1° qu'elle nous vient d'une cause; 2° que

cette cause nous est étrangère (1). Ce merveilleux résultat n'est pas l'œuvre isolée des organes spéciaux des sensations, c'est le premier comme le plus important des actes de *l'intelligence* que je nomme *instinctive*, et par conséquent le produit de l'action combinée du cerveau et des organes des sens.

Conjecturer ce qui se passe à l'intérieur du système nerveux tandis que nous éprouvons une sensation, est une tentative hors de la portée de l'esprit humain; et cependant tel est notre besoin irrésistible de mettre des images partout où il y a obscurité, que nous avons dû représenter chaque sensation comme résultant du développement successif, mais très-rapide, d'un certain nombre de phénomènes, en sorte que dans toute sensation il y aurait 1° action de sa cause sur le sens; 2° action du nerf pour transmettre; 3° impression reçue par le *centre* cérébral *sentant* ou *le moi*; 4° réaction instinctive qui nous fait reconnaître que la cause de la sensation est hors de nous, quelquefois à une distance considérable, ayant comme agent intermédiaire l'air, la lumière ou la chaleur. Telle est l'image ou l'idée que les métaphysiciens se sont formée de toute sensation complète à laquelle un de nos plus savans idéologistes a consacré récemment le mot *perception*.

Mais cette analyse si fine, qu'elle serait parvenue à partager en plusieurs élémens une sensation, est-elle réelle? est-il possible de prouver physiologiquement ces actes successifs du phénomène le plus instantané, le plus simple qui existe? Notre esprit, d'autant plus impatient du doute qu'il est plus ignorant, ne nous impose-t-il point ce petit roman analytique pour, comme en bien d'autres circonstances, nous masquer notre ignorance, et peut-être l'absolue impossibilité d'atteindre jamais à concevoir, avec quelque apparence de vérité, de semblables résultats.

Dans la voie expérimentale, que nous cherchons à ne jamais abandonner, la sensation, et par conséquent sa relation établie avec sa cause extérieure, sont pour nous un seul et même phénomène indivisible en temps distincts ou en actes séparés. Il n'est pas moins possible que le système nerveux sente à sa surface qu'à son centre, si tant est qu'il en ait un; ce qui est au moins douteux, comme nous chercherons à le prouver par la suite.

Le même instinct qui nous fait placer la cause des sensations au dehors de nous, nous conduit encore à rechercher quelle est cette cause et quels en sont les caractères. Arriver sur-le-champ à cette connaissance est un de nos plus pressans besoins et un de nos plaisirs les plus vifs; aussi quand, par un concours de circonstances, ou par la nature de la cause de notre sensation, il ne nous est pas possible de la reconnaître, nous sommes dans une anxiété des plus pénibles, nous faisons tous nos efforts pour en sortir; et quand nous y parvenons, nous ressentons une satisfaction manifeste.

Les sensations sont vives ou faibles. La première fois qu'un corps agit sur nos sens, il y produit en général une impression vive. La vivacité de l'impression diminue si l'action des corps sur nos sens se répète; elle peut même, par ce moyen, devenir presque nulle. C'est ce fait qu'on exprime en disant que *l'habitude émousse le sentiment*. L'intensité de l'existence se mesurant par la vivacité des sensations, l'homme en cherche continuellement de nouvelles, qui sont toujours plus vives : de là son inconstance, son inquiétude et son ennui, s'il reste exposé aux mêmes causes de sensations.

Il dépend de nous de rendre nos sensations et plus vives et plus nettes. Afin d'y réussir, nous disposons les appareils sensitifs de la manière la plus avantageuse : nous ne recevons qu'un petit nombre de sensations à la fois, et nous portons sur elles toute notre attention; ainsi s'établit une différence importante entre *voir* et *re-*

---

(1) Il ne s'agit ici que des sensations proprement dites, et non des sensations internes, qui, plus tard, seront examinées sous ce point de vue.

garder, ouïr et *écouter*. La même différence existe entre l'*exercice ordinaire de l'odorat* et *l'action de flairer*, entre *goûter* et *déguster, toucher* et *palper*.

La nature nous a aussi donné la faculté de diminuer la vivacité des sensations. Ainsi nous fronçons les sourcils, nous rapprochons les paupières, quand l'impression produite par la lumière est trop vive; nous respirons par la bouche quand nous voulons nous soustraire à l'action d'une odeur trop forte, etc.

D'ailleurs, les sensations se dirigent, s'éclairent, se modifient, et peuvent même se dénaturer mutuellement. L'odorat semble être le guide et la sentinelle du goût; le goût, à son tour, exerce une puissante influence sur l'odorat. L'odorat peut isoler ses fonctions de celles du goût. Ce qui plaît à l'un ne plaît pas toujours également à l'autre : mais comme les alimens et les boissons ne peuvent guère passer par la bouche sans agir plus ou moins sur le nez, toutes les fois qu'ils sont désagréables au goût, ils le sont bientôt à l'odorat, et ceux que l'odorat avait d'abord le plus fortement repoussés, finissent par vaincre toutes ses répugnances quand le goût les désire vivement (1).

On sait, par des observations nombreuses, que la vivacité des impressions reçues par les sens augmente par la perte d'un de ces organes. Par exemple, l'odorat est plus fin chez les aveugles ou chez les sourds, que chez les personnes qui jouissent de tous leurs sens. Je crois cependant avoir remarqué que l'absence de l'odorat, qui se rencontre assez souvent, ne donne pas aux autres sens plus de finesse.

La science possède aujourd'hui l'histoire curieuse d'un jeune homme né sourd et aveugle; il a été observé par un grand nombre de médecins et de philosophes.

Jacques Mitchel est né le 11 novembre 1795, *sourd et aveugle*, de parens intelligens. Il ne donne aucun indice d'ouïe; cependant il éprouve du plaisir à frotter des corps durs contre ses dents, il s'y complaît quelquefois durant des heures entières; il distingue le jour de la nuit et les couleurs très-tranchées, le rouge, le blanc et le jaune. Dès sa jeunesse il s'est amusé à regarder le soleil à travers les fentes de la porte, et à allumer du feu. Ses relations avec les corps environnans sont principalement établies par l'odorat et le toucher; à l'âge de quatorze ans M. Wardrop lui fit l'opération de la cataracte sur l'œil droit, ce qui a légèrement amélioré sa vue imparfaite; aujourd'hui (1818) il a moins recours à l'odorat, il manie les corps avec promptitude dans tous les sens, la tête penchée, semblable en cela aux autres aveugles. Son désir de connaître les objets extérieurs, leurs quantités et leurs usages, a toujours été très-vif; il examine tout ce qu'il rencontre, hommes, animaux, choses; ses actions indiquent de la réflexion. Un jour le cordonnier lui apporte des souliers trop petits; sa mère les enferme dans un cabinet voisin, et en retire la clef. Quelques momens après Mitchel demande la clef à sa mère en tournant la main comme quelqu'un qui ouvre, et en montrant le cabinet; sa mère la lui donne, il ouvre, apporte les souliers, et les met aux pieds du jeune garçon qui l'accompagne dans ses excursions, et auquel en effet ils allaient fort bien.

Dans son enfance, il flairait toujours les personnes dont il s'approchait en portant leurs mains à son nez, et en aspirait l'air; leur odeur déterminait son affection ou sa répugnance. Il a toujours reconnu les habits par l'odorat, et refusé de mettre ceux d'un autre. Les exercices du corps l'amusent.

Les traits de son visage sont très-expressifs, son langage naturel est d'un être intelligent. Quand il a faim il porte la main à la bouche, et montre l'armoire où les comestibles sont renfermés. Quand il veut se coucher, il incline la tête d'un côté sur sa main, comme s'il voulait la mettre sur un oreiller; il imite les gens de métiers pour les indiquer, tels que les mouvemens d'un cordonnier qui tire le fil en étendant le bras, ou d'un tailleur en cousant. Il aime à monter à cheval; il désigne ce

---

(1) Cabanis.

exercice en joignant ses deux mains ensemble, et en les portant sous la plante d'un de ses pieds, sans doute pour imiter l'étrier. Il fait, comme tout le monde, les signes naturels de oui et non avec la tête. Il ne veut pas qu'on l'embrasse à la figure, et si sa sœur le fait en plaisantant, il s'essuie et se frotte d'un air mécontent. Il est remarquable que presque tous les signes qu'il invente sont calculés pour la vue des autres. Il paraît connaître son infériorité à l'égard de ce sens. Autrefois il était accompagné d'un petit garçon dans ses excursions, il allait où il voulait; mais, rencontrant un objet inconnu qui lui paraissait un obstacle, il attendait toujours l'arrivée de son compagnon.

Il se rappelle facilement la signification des signes qu'on lui fait. Pour lui faire connaître le nombre des jours, on lui incline la tête, comme signe qu'il doit se coucher tant de fois avant que la chose se fasse. On lui témoigne du contentement en lui caressant l'épaule ou le bras, et du mécontentement, en frappant un coup un peu sec; il est sensible aux caresses et à la satisfaction de ses parens; il aime les jeunes enfans, et les prend dans ses bras. Il est naturellement bon, et n'offense personne; cependant son humeur n'est pas égale. Quelquefois il aime qu'on badine avec lui et il rit aux éclats. Un de ses plaisirs favoris est d'enfermer quelqu'un dans une chambre ou dans l'étable; mais si on le contrarie trop, ou trop long-temps, il se fâche et pousse des cris très-désagréables. En général, il paraît content de sa situation.

Il a du courage naturel; mais il a toujours agi avec prudence. Étant jeune, il voulait toujours aller plus loin qu'il n'était allé la veille. Un jour, il trouva en son chemin un pont de bois étroit, qui était sur la rivière, près de la maison de son père; il se mit sur ses genoux et ses mains pour y passer en rampant; son père, afin de l'intimider, envoie un homme pour le faire tomber dans l'eau à un endroit où il n'y avait pas de danger, et pour le retirer à l'instant. Cette leçon produisit l'effet désiré, et il n'y passa plus. Quelques années après il se souvint encore de cette punition. Un jour, étant mécontent de son petit compagnon, lorsqu'ils jouaient dans une barque attachée au rivage, il le plongea dans l'eau et le retira.

Concluons de cette narration abrégée que, si la vue et l'ouïe fournissent beaucoup de faits à l'intelligence, celle-ci peut arriver à un développement remarquable sans le secours de ces deux sens.

Il est un autre résultat singulier et inattendu récemment donné par l'expérience : dans les conditions ordinaires de la vie, au moment de la naissance, les sens sont presque tous inhabiles à agir, mais ils se développent graduellement par l'exercice, et, à l'âge d'un an, l'enfant a la jouissance à peu près complète de ses cinq sens.

Mais il arrive quelquefois que certaines causes physiques s'opposent au développement d'un sens, et plus fréquemment de l'ouïe; et si ces causes sont de nature à persister long-temps, les individus restent étrangers à toute idée de son : ce sont les sourds-muets de naissance. On a cru long-temps, et quelques médecins croient encore, que si l'art parvient à enlever l'obstacle qui s'oppose à l'ouïe, le sourd-muet se trouve dans le cas de l'enfant nouveau-né, et que son ouïe, se développant peu à peu par l'usage, finit par lui servir, comme aux autres hommes, de moyen de sensation, et surtout de moyen de communication avec ses semblables, et que l'acquisition d'un sens nouveau, à un âge où l'homme est en état d'apprécier sa situation, serait pour lui la source d'un grand bonheur, mais il n'en est rien. Il résulte d'observations récentes que des sourds-muets rendus à l'ouïe à l'âge de dix à quinze ans n'ont attaché que fort peu d'importance à leur nouvel état, qu'ils n'ont cherché à en faire aucun usage, et qu'enfin ce sens, trop tard acquis, est pour eux comme s'ils ne le possédaient pas. Ils continuent à communiquer par gestes et ne prêtent aucune attention aux sons. Pour qu'un sourd de naissance puisse tirer quelque parti de l'ouïe qui lui est donnée, il faut une longue et pénible éducation, et encore n'est-il pas démontré que jamais ces individus se servent de leur oreille comme un homme né avec ses cinq sens.

Les sensations sont *agréables* ou *désagréables* : les premières, surtout lorsqu'elles sont vives, forment le *plaisir*; les secondes constituent la *douleur*. Par la douleur et le plaisir, la nature nous porte à concourir à l'ordre qu'elle a établi parmi les êtres organisés.

Quoiqu'on ne puisse pas, sans sophisme, dire que la douleur n'est qu'une nuance du plaisir, il est cependant certain que les personnes qui ont épuisé toutes les sources de jouissances, et qui sont ainsi devenues insensibles à toutes les sources ordinaires des sensations, recherchent les causes de douleurs et se complaisent dans leurs effets. Ne voit-on pas dans toutes les grandes villes des hommes blasés, dégradés par le libertinage, trouver des sensations agréables où d'autres éprouveraient des souffrances intolérables ?

Il est nécessaire de remarquer que les sensations qui viennent des sens sont en général nettes, distinctes : les idées et toutes les connaissances que nous avons sur la nature en résultent plus particulièrement.

Les sensations qui naissent du dedans, ou les sentimens, ne présentent point ces caractères. En général, elles sont confuses, vagues, souvent même nous n'en avons pas la conscience; elles ne se gravent pas dans l'esprit, elles sont toujours plus ou moins fugitives surtout quand la santé est parfaite.

Nos organes agissent-ils librement et selon les lois ordinaires de l'organisation, les sentimens qui en résultent sont agréables, peuvent même nous causer un plaisir très-vif; mais nos fonctions sont-elles troublées, nos organes sont-ils blessés, malades, y a-t-il empêchement à leur action, les sensations internes prennent une vivacité qui attire souvent notre attention au point de nous faire négliger les sensations extérieures; et, selon l'espèce d'empêchement ou de lésion, elles portent un caractère particulier. Ces sensations internes spontanées, nées du trouble de nos fonctions, c'est-à-dire des maladies, sont extrêmement variées, et le plus souvent différentes de celles de l'état de santé. Nous éprouvons, comme pour les sensations externes, le besoin instinctif de les rapporter à une cause, et cette cause à un lieu; mais nous nous abusons le plus souvent, nous croyons le siége de la sensation dans une partie, et il est réellement dans une autre. A cet égard, il existe même des illusions tellement constantes, qu'elles sont un signe de certaine maladie. Ainsi, dans une lésion de la hanche, le malade souffre au genou; une pierre dans la vessie fait souffrir au bout du gland. C'est pourquoi la douleur, et toutes les sensations qui accompagnent nos maladies, doivent être un objet important dans les études du médecin (1).

Les nerfs qui se rendent directement au cerveau ou à la moelle épinière, sont-ils les organes de transmission des sensations internes? La chose est probable; cependant les physiologistes de l'époque actuelle semblent accorder une part très-grande, dans cet usage, à ce qu'ils nomment le *nerf grand sympathique* (2). Peut-être ont-ils

---

(1) Après certaines opérations de chirurgie il se développe des illusions singulières. Un amputé croit encore souffrir dans le membre qu'il a perdu. Un nez artificiel est-il fait aux dépens de la peau du front, dont on en renverse un lambeau sur la face, où il contracte des adhérences, toutes les sensations reçues par cette portion de peau déplacée sont rapportées à sa situation primitive, c'est-à-dire au front.

(2) Le grand sympathique est-il un nerf? Les ganglions et les filamens qui en partent ou qui s'y rendent n'ont aucune analogie avec les nerfs proprement dits : couleur, forme, consistance, disposition, structure, propriétés de tissu, propriétés chimiques, tout est différent. L'analogie n'est pas plus marquée pour les propriétés vitales : on pique, on coupe un ganglion, on l'arrache même; l'animal ne paraît point en avoir la conscience, et il ne se montre aucune contraction dans les muscles. J'ai souvent fait ces essais sur les ganglions du cou chez des chiens et des chevaux : de semblables opérations, faites sur des nerfs cérébraux sensibles, produiraient des douleurs affreuses, ou bien, si l'on agissait sur des nerfs non sensibles ou du mouvement, d'énergiques contractions. Qu'on enlève tous les ganglions du cou, et même les premiers ganglions thoraciques, on ne voit pas qu'il en résulte aucun dérangement sensible et immédiat dans les fonctions des parties même où l'on peut suivre les filets qui en nais-

rencontré juste; mais il est impossible d'admettre cette opinion : elle n'est fondée sur aucun fait, sur aucune expérience positive.

Les causes qui modifient les sensations externes ou internes sont innombrables : l'âge, le sexe, le tempérament, les saisons, le climat, l'habitude, la disposition individuelle, sont autant de circonstances qui, chacune isolément, suffiraient pour apporter des modifications nombreuses dans les sensations : à plus forte raison, quand elles sont réunies, doivent-elles avoir un résultat plus manifeste; aussi la différence des sensations chez chaque individu est exprimée dans le langage vulgaire par cette phrase : *Chacun a sa manière d'être ou de sentir.*

Chez le fœtus il n'existe très-probablement que des sensations internes : c'est au moins ce qu'on peut soupçonner par les mouvemens qu'il exécute, et qui semblent résulter d'impressions nées spontanément dans les organes. On sait, par des expériences directes, que les dérangemens qui surviennent dans la circulation ou dans la respiration de la mère, sont suivis de mouvemens très-marqués du fœtus.

A la naissance, et quelque temps après, tous les sens n'existent pas encore. Le goût, le toucher et l'odorat sont les seuls qui s'exercent; la vue et l'ouïe ne se développent que plus tard, comme nous l'avons dit dans l'histoire particulière de ces fonctions.

Chaque sens doit passer par divers degrés avant d'arriver à celui où il s'exerce d'une manière parfaite : il est donc indispensable qu'il soit soumis à une véritable éducation. Si l'on suit chez un enfant le développement des sens, comme l'ont fait les métaphysiciens, on peut aisément s'assurer des modifications qu'ils éprouvent en se perfectionnant.

Pour les sensations qui s'exercent à distance, l'éducation est plus lente et plus difficile; pour celles qui se font au contact, elle est beaucoup plus prompte, et paraît se faire plus aisément. Pendant tout le temps que dure cette éducation des sens, c'est-à-dire dans la première enfance, les sensations sont confuses et faibles; mais celles qui leur succèdent, et surtout celles des jeunes gens, se font remarquer par leur vivacité, leur multiplicité.

A cet âge, elles se gravent profondément dans la mémoire, et par conséquent sont destinées à faire partie de notre existence intellectuelle pendant toute la durée de notre vie.

Avec les progrès de l'âge, les sensations perdent de leur vivacité, mais elles se perfectionnent sous le rapport de l'exactitude, comme on le voit chez l'homme adulte. Chez le vieillard, elles s'affaiblissent, ne sont plus produites qu'avec difficulté et lenteur.

Cet effet est plus marqué pour les sens qui nous font connaître les propriétés physiques des corps, et l'est beaucoup moins pour ceux qui nous mettent en rapport avec les propriétés chimiques.

---

sent. Quelle raison donc de considérer le système des ganglions comme faisant partie du système nerveux? Ne serait-il pas plus sage, et surtout plus utile aux progrès futurs de la physiologie, de convenir qu'en ce moment les usages du grand sympathique sont entièrement ignorés?

On est bien confirmé dans cette idée par la lecture des auteurs : chacun a sur ce point son opinion particulière. On voit, par exemple, les ganglions considérés comme des centres nerveux, comme de petits cerveaux, des noyaux de substance grise, destinés à nourrir les nerfs, etc. Si l'on cherche les preuves sur lesquelles ces auteurs établissent leur doctrine, on est tout étonné de n'en trouver aucune, et de voir que leur assertion n'est qu'un jeu de leur esprit. D'après les tentatives infructueuses qui ont eu lieu jusqu'à ce jour, il me semble que la conjecture la plus probable relativement à ce singulier organe, intimement lié avec tous les nerfs, est que ses fonctions sont d'un ordre dont les physiologistes n'ont pas encore l'éveil, mais qui peut se révéler à celui qui saura interroger la nature par des expériences fines et ingénieuses.

Ces derniers sens (le goût et l'odorat) sont les seuls qui conservent quelque activité dans la décrépitude; les autres sont ordinairement à peu près éteints par la diminution de la sensibilité, et par la succession des altérations physiques qu'ils ont éprouvées.

DES FONCTIONS DU CERVEAU.

Ce que la nature de l'homme présente de plus merveilleux et de plus sublime, l'intelligence, la pensée, l'instinct, les passions et cette admirable faculté par laquelle nous dirigeons nos mouvemens, et exerçons la parole, etc., etc., sont des phénomènes tellement dépendans du cerveau que plusieurs physiologistes les désignent par l'épithète de *fonctions cérébrales*.

D'autres physiologistes, soutenus et inspirés par des croyances religieuses, les envisagent comme appartenant à l'ame, être d'essence divine, dont l'un des attributs est l'immortalité.

Il ne nous appartient pas ici de prendre parti entre ces deux manières de voir; nous faisons de la science et non pas de la théologie. Nous ne cherchons pas d'ailleurs à expliquer les actes de l'intelligence ou de l'instinct; notre unique but est de les étudier, et de montrer la liaison physiologique qu'ils peuvent avoir, soit avec le cerveau en général, soit avec certaines de ses parties.

Nous conserverons ainsi pour l'étude des phénomènes de l'intelligence la même méthode d'investigation, et nous éviterons ainsi des erreurs graves dans lesquelles sont tombés des hommes justement célèbres pour avoir voulu tenter une autre voie.

Du cerveau.

Sous la dénomination de *cerveau*, je comprends trois parties distinctes entre elles, quoique réunies dans certains points. Ces parties sont le *cerveau* proprement dit, le *cervelet*, et la *moelle de l'épine*.

Dans chacune de ces principales divisions on trouve encore des parties faciles à distinguer, et qui ont en quelque sorte une existenec isolée : de manière que rien n'est plus compliqué, plus difficile, en anatomie, que l'étude de l'organisation du cerveau. Cependant, à raison de l'importance des fonctions de cet organe, les anatomistes et les médecins, dans tous les temps, se sont occupés de sa dissection. De cette succession d'études, il est résulté que l'histoire matérielle du cerveau est un des points les plus connus de l'anatomie. Tout récemment, cette matière vint d'être éclaircie de nouveau par la publication de plusieurs ouvrages qui ont introduit d'importans perfectionnemens sur cette partie intéressante de la science.

Toutefois le cerveau étant d'une texture extrêmement délicate, et ses fonctions étant empêchées par le moindre dérangement physique, la nature a pris un soin extrême de le défendre contre toute atteinte de la part des corps environnans.

Parmi les parties protectrices du cerveau, que l'on pourrait nommer *tutamina cerebri*, il faut remarquer les cheveux, la peau, les muscles épicrâniens, le péricrâne, les os du crâne et la dure-mère, le fluide céphalo-spinal, qui sont particulièrement destinés à garantir le cerveau et le cervelet.

Par leur nombre et leur disposition, les cheveux sont propres à amortir les coups portés sur la tête, à s'opposer à ce que les pressions un peu fortes blessent la peau du crâne. Mauvais conducteurs du calorique, leur assemblage forme une sorte de tissu ou de feutre, dont les mailles interceptent un grand nombre de petites masses d'air : de sorte qu'ils sont très-bien disposés pour conserver à la tête une température uniforme et en quelque manière indépendante de celle de l'air ou des corps qui

l'entourent; en outre, comme ils sont imprégnés d'une matière huileuse, ils ne s'imbibent que d'une petite quantité d'eau, et se sèchent avec promptitude.

Les cheveux étant mauvais conducteurs du fluide électrique, ils mettent la tête dans une espèce d'isolement : d'où il résulte que le cerveau reçoit une influence moins marquée de la part de l'électricité lorsqu'elle abonde dans l'atmosphère.

Il est aisé de concevoir comment la peau de la tête, les muscles qu'elle recouvre, et le péricrâne, concourent à protéger le cerveau : il n'est pas nécessaire d'insister sur ce point.

Mais de tous les moyens protecteurs du cerveau, le plus efficace c'est l'enveloppe que forment à cet organe les os du crâne. A raison de la dureté de cette enveloppe et de sa disposition en sphéroïde, toute pression ou percussion exercée sur la tête est répartie du point pressé ou frappé vers tous les autres, et porte moins sur le cerveau. Par exemple, un homme reçoit un coup de bâton sur le sommet de tête : le mouvement se propage dans toutes les directions jusqu'à la partie moyenne de la base du crâne, c'est-à-dire jusqu'au corps du sphénoïde. Si le bâton avait agi sur le front, l'effort se serait propagé et concentré vers la partie moyenne de l'occipital.

Dans cette transmission du mouvement communiqué au crâne, on a cru que les os éprouvaient de légers déplacemens réciproques, qui étaient peu marqués à raison de la disposition des différentes articulations; mais il y a tout lieu de croire que le crâne résiste, comme s'il était formé d'une seule pièce.

Un fait sur lequel on n'a pas assez appuyé, c'est que le crâne doit nécessairement changer de forme chaque fois qu'il est pressé ou heurté un peu fortement. Le degré de mollesse dont jouit la masse cérébrale lui permet de supporter ces légers changemens de son enveloppe, sans qu'il en résulte aucun effet fâcheux. Plus le cerveau sera mou, et plus il pourra éprouver des pressions ou percussions fortes sans inconvéniens : c'est la raison pour laquelle les enfans naissans, dont les os sont très-mobiles les uns sur les autres, peuvent avoir la tête comprimée, et même déformée sensiblement, sans que rien de pernicieux en soit la suite. Il en est de même pour les enfans plus âgés, qui reçoivent sans danger des coups très-forts à la tête. A cet âge, et surtout au moment de la naissance, le cerveau est beaucoup plus mou que chez l'adulte (1).

C'est en quelque sorte pour protéger le cerveau contre lui-même, qu'est disposée la dure-mère. En effet, sans les replis qu'elle forme dans la faux du cerveau, la tente, la faux du cervelet, l'hémisphère d'un côté peserait sur l'autre quand la tête est inclinée; le cerveau comprimerait le cervelet quand la tête est droite : en sorte que les diverses parties du cerveau nuiraient réciproquement à leur action.

Si l'on compare les précautions prises par la nature pour préserver le cerveau et le cervelet des injures extérieures, avec celles dont on voit que la moelle épinière est environnée, on pourrait présumer que cette dernière partie est d'une importance plus grande que les premières, ou bien que sa texture, plus délicate, nécessitait des soins plus multipliés : c'est, en effet, ce qui existe. La moelle de l'épine joue dans l'économie un rôle au moins aussi important que la portion céphalique du système nerveux. Le moindre ébranlement la blesse, la moindre compression pervertit tout-à-coup ses fonctions : il était donc nécessaire que le canal vertébral qui la contient lui assurât une puissante protection. Le but est atteint d'une manière tellement parfaite,

---

(1) Si le cerveau était parfaitement fluide et homogène, quelle que soit l'étendue des changemens de forme de son enveloppe, il n'en résulterait aucun effet nuisible ; mais comme le cerveau a une consistance molle, qu'il n'y a pas homogénéité dans tous ses points, il suit que les coups un peu forts sont fréquemment suivis d'accidens graves, tels que la commotion, les épanchemens sanguins, les abcès, etc.

que rien n'est plus rare qu'une lésion de la moelle épinière, et pourtant la colonne vertébrale devait réunir à la solidité nécessaire une grande mobilité ; elle est l'aboutissant général de tous les efforts que le corps exerce et de tous ceux qui sont exercés sur lui ; elle est le centre de tous les mouvemens des membres ; elle exécute elle-même des mouvemens très-étendus.

Nous ne pouvons pas entrer dans les détails de cet admirable mécanisme : on peut lire, à ce sujet, le *Traité d'Anatomie descriptive* de Bichat, tom. I, pag. 161 et suiv., et l'ouvrage de Desmoulin, *Anatomie des Systèmes nerveux*, tom. I.

Mais il est une disposition ignorée de Bichat, que j'ai récemment découverte, et qui contribue d'une manière extrêmement efficace à conserver l'intégrité de la moelle.

Le canal que forme la dure-mère autour de la moelle, et qui est tapissé par un double feuillet de l'arachnoïde, est beaucoup plus grand qu'il ne faut pour contenir l'organe ; en sorte que sur le cadavre il existe un espace vide entre la moelle et ses enveloppes membraneuses. Je nomme cet espace *cavité sous-arachnoïdienne* ; mais, durant la vie, cette cavité est remplie par un liquide séreux qui distend la membrane, et qui jaillit souvent à plusieurs pouces de hauteur quand on fait une petite ponction à la dure-mère. Il existe une disposition analogue autour du cerveau et du cervelet, qui ne remplissent pas non plus exactement la capacité du crâne. J'ai donné à ce liquide le nom de *céphalo-rachidien*, ou *céphalo-spinal*. Il n'est pas difficile de comprendre quelle protection efficace la moelle reçoit du liquide qui l'environne, et au milieu duquel elle est comme suspendue, à l'instar du fœtus dans l'utérus, avec cette différence qu'elle est fixée dans sa position centrale par le ligament dentelé et les divers nerfs rachidiens.

La manière dont les vaisseaux sanguins se rendent au cerveau et dont ils sortent de cet organe, est extrêmement curieuse : nous en traiterons à l'article *circulation*. Nous nous bornerons ici à faire remarquer que les artères, avant de pénétrer dans la substance cérébrale, se réduisent en vaisseaux capillaires ; que les veines affectent la même disposition en sortant de cette substance ; et comme ces vaisseaux très-fins communiquent entre eux par des anastomoses multipliées, il en résulte à la surface du cerveau un lacis vasculaire, que l'on qualifie à tort de *membrane pie-mère*. Ce lacis s'introduit dans les cavités du cerveau ; c'est lui qui, dans les ventricules, forme le *plexus choroïde* et la *toile choroïdienne*.

Nous ne donnerons point ici la description anatomique du cerveau : nous nous bornerons à faire sur ce sujet quelques réflexions générales, et à exposer quelques faits fondamentaux.

A. Presque tous les auteurs qui ont donné la description anatomique du cerveau, n'ont pas été assez sévères sur les expressions qu'ils ont employées, leur esprit étant prévenu par quelque idée hypothétique. Il est indispensable aux progrès futurs de l'anatomie et de la physiologie, de n'admettre que des termes précis, d'éloigner, autant que possible, les expressions métaphoriques, et surtout de rejeter toute supposition, par exemple, que *tous les nerfs aboutissent* ou se réunissent en un *certain point* du cerveau ; que l'*ame a son siége* dans une partie déterminée de cet organe ; que le *fluide nerveux est sécrété* par une portion de la masse cérébrale, tandis que le reste sert *de conducteur* à ce fluide, etc. Pour ne point avoir suivi cette méthode, les auteurs qui ont décrit le cerveau ont présenté des idées fausses, et se sont exprimés d'une manière obscure.

B. On doit entendre par cerveau, ou mieux *système cérébro-spinal*, l'organe qui remplit la cavité du crâne et celle du canal vertébral. Pour la facilité de l'étude, les anatomistes l'ont divisé en trois parties, le *cerveau* proprement dit, le *cervelet*, et la *moelle épinière*. Cette division est purement scolastique. Dans la réalité, ces trois parties ne forment qu'un seul et même organe. La moelle épinière n'est pas plus un *prolongement* du cerveau et du cervelet, que ceux-ci ne sont un *épanouissement* de la moelle épinière.

C. Le cerveau de l'homme est celui qui présente la plus grande complication de

structure, et le nombre le plus considérable de parties distinctes; parmi celles-ci, il en est qui ne se trouvent chez aucun animal; telles sont les corps *mammillaires* et les *olivaires;* d'autres se voient chez beaucoup d'animaux, mais nous n'en savons pas encore les usages; ce sont le *corps calleux* ou la grande *commissure des lobes*, la *voûte à trois piliers*, le *septum lucidum*, la *bandelette demi-circulaire*, la *corne d'Ammon*, la *commissure antérieure* et la *postérieure*, la *glande pinéale* et la *glande pituitaire*, *l'infundibulum.* Toutes ces parties remplissent probablement des fonctions importantes; mais telle est la méthode défectueuse suivie jusqu'ici pour étudier les fonctions cérébrales, qu'on les ignore complètement. Il est d'autres parties du cerveau dont l'expérience commence à dévoiler quelques usages: ce sont les *hémisphères*, les *corps striés*, les *couches optiques*, les *tubercules quadrijumeaux*, le *pont*, les *pyramides*, et leur prolongation jusqu'au-delà des corps striés, les *pédoncules du cervelet*, les *hémisphères de ces organes*, les *divers faisceaux* qui forment la moelle alongée, et ceux de la moelle épinière.

D. De tous les animaux, l'homme est celui dont le cerveau proprement dit est proportionnellement le plus volumineux (1). Les dimensions de cet organe sont proportionnées le plus souvent à celles de la tête. A cet égard, les hommes diffèrent beaucoup entre eux. En général, le volume du cerveau est en relation directe avec la capacité de l'esprit. On aurait tort, cependant, de croire que tout homme ayant une grosse tête a nécessairement une intelligence supérieure, car plusieurs causes indépendantes du cerveau peuvent augmenter le volume de la tête ou diminuer le volume du cerveau, celui de la tête restant le même (2); mais il est rare qu'un homme distingué par ses facultés mentales n'ait pas une tête volumineuse. Le seul moyen d'apprécier approximativement le volume du cerveau dans un homme vivant, est de mesurer les dimensions de son crâne: tout autre procédé, même celui qui a été proposé par Camper, c'est-à-dire la mesure de l'angle facial, est infidèle.

E. Les hémisphères de l'homme sont ceux qui offrent les *circonvolutions* les plus nombreuses et les *anfractuosités* les plus profondes. Le nombre, le volume, la disposition des circonvolutions sont variés; sur quelques cerveaux elles sont très-grosses, sur d'autres elles sont plus multipliées et plus petites. Leur disposition est différente sur chaque individu; celles du côté droit ne sont pas disposées comme celles du côté gauche. Il serait curieux de rechercher s'il n'existe pas un rapport entre le nombre des circonvolutions et la perfection ou l'imperfection des facultés intellectuelles, entre les caractères de l'esprit et la disposition individuelle des circonvolutions cérébrales. Les hémisphères du cerveau humain ont encore pour marque distinctive un lobe postérieur qui recouvre le cervelet.

F. La forme générale des lobes du cerveau varie suivant les individus, et peut-être aussi suivant la capacité intellectuelle. Dans le cerveau de l'un des savans les plus illustres dont la France s'honore, ils étaient presque demi-sphériques. Dans la plupart des idiots au contraire leur diamètre antéro-postérieur est double au moins de la hauteur.

F. Le volume et le poids du cervelet diffèrent suivant les individus, et surtout suivant les âges. Dans l'homme adulte, le cervelet équivaut en poids à la huitième ou neuvième partie de celui du cerveau; il n'en forme que la seizième ou la dix-huitième dans l'enfant naissant. On n'observe point de circonvolutions à la surface du cervelet, mais des lamelles superposées, séparées chacune par un sillon. Le nombre

---

(1) Il existe quelques exceptions à ce fait général.

(2) Dans la paralysie des aliénés le crâne conserve ses dimensions, mais le cerveau diminue d'une quantité considérable; ce qui en a disparu est remplacé par le fluide céphalo-spinal, qui augmente alors selon la diminution de la masse cérébrale.

de ces lamelles est très-variable, suivant les individus, ainsi que leur disposition. On peut répéter, à cette occasion, la remarque que nous avons faite plus haut en parlant des circonvolutions cérébrales. Un anatomiste italien (Malacarné) dit n'avoir trouvé que trois cent vingt-quatre lames dans le cervelet d'un insensé, tandis que dans d'autres individus il en a trouvé plus de huit cents. J'ai ouvert le crâne d'un grand nombre d'aliénés de tous genres sans avoir fait la même remarque. Le cervelet de l'homme est caractérisé par les proportions considérables des lobes latéraux, relativement au lobe médian.

H. Dans la profondeur de la substance cérébrale existent des cavités qui, depuis un temps fort éloigné, portent le nom bizarre aujourd'hui de *ventricules*. De ces cavités l'une appartient au cervelet et à la moelle épinière, c'est le *quatrième ventricule;* l'autre est située entre les lobes cérébraux, c'est le *troisième ventricule;* enfin, dans chacun des hémisphères il existe une cavité beaucoup plus spacieuse que les précédentes, ce sont les *ventricules latéraux;* ces diverses cavités communiquent librement entre elles, le troisième ventricule avec les latéraux au moyen de deux ouvertures arrondies nommées les trous de Monro. Un canal, l'*aqueduc de Silvius,* réunit le troisième et le quatrième ventricule; enfin ce dernier s'ouvre par une ouverture constante, que j'ai découverte il y a quelques années, et qui, variable dans son étendue et sa configuration, est toujours placée sur la ligne médiane vis-à-vis le *calamus scriptorius,* et s'ouvre dans la cavité sous-arachnoïdienne, et par conséquent est en rapport immédiat avec le fluide céphalo-rachydien; aussi par cette ouverture ce fluide pénètre-t-il dans les cavités du cerveau, et, dans certains cas, s'y accumule en quantité considérable; le mécanisme par lequel le fluide entre dans les ventricules et en sort par cette ouverture sera décrit en son lieu.

La substance qui forme le cerveau est molle, pulpeuse; elle se déforme aisément d'elle-même; dans le fœtus, elle est presque fluide; elle a plus de consistance dans l'enfant, et davantage encore dans l'adulte. Son degré de consistance varie dans les différens points de l'organe et selon les individus. Le cerveau a une odeur fade, spermatique, qui est assez tenace, et qui a persisté plusieurs années dans des cerveaux desséchés. (Chaussier.)

H. On distingue deux substances dans le cerveau: l'une est grise, l'autre blanche. La *substance blanche*, ou *médullaire*, forme la plus grande partie de l'organe, en occupe plus particulièrement l'intérieur et la partie qui correspond à la base du crâne; elle a plus de fermeté que la matière grise; elle a l'apparence fibreuse; elle forme en grande partie la moelle épinière, mais particulièrement sa couche superficielle.

La substance grise, nommée encore *cendrée*, *corticale*, forme une couche d'épaisseur variable à l'extérieur du cerveau et du cervelet; on trouve cependant de la matière grise dans leur intérieur : tantôt elle est recouverte par la matière blanche, tantôt elle paraît comme mêlée intimement avec elle, ou bien ces deux substances sont disposées par couches ou par stries alternatives. En s'en tenant à la couleur, on pourrait distinguer plusieurs autres substances dans le cerveau, car on y observe des parties jaunes, noires, etc. (1).

Dire que la substance grise du cerveau produit la matière blanche, c'est avancer une supposition gratuite, attendu que la matière grise ne produit pas plus la blanche, qu'un muscle ne produit le tendon qui le termine; que le cœur ne produit l'aorte, etc. Sous ce point de vue, le système anatomique de MM. Gall et Spurzheim est sans aucun fondement. D'ailleurs en général la matière blanche est formée avant la grise, et plusieurs parties blanches n'ont aucun rapport avec la substance grise.

Lorsqu'on examine, à l'aide du miscroscope, la substance cérébrale, elle paraît

---

(1) M. Sœmmering distingue quatre substances dans le cerveau, la blanche, la grise, la jaune et la noire.

formée d'une immense quantité de globules d'une grosseur inégale. Ils sont, dit-on, huit fois plus petits que ceux du sang; dans la substance médullaire, ils sont disposés en lignes droites, et prennent l'apparence de fibres; dans la substance cendrée ils paraissent entassés confusément.

D'après M. Vauquelin, il n'existe point de différence entre les diverses parties du système nerveux; l'analyse du cerveau, du cervelet, de la moelle épinière, et des nerfs, a donné le même résultat. Il a trouvé partout la même matière; elle est composée:

Eau.	80,00
Matière blanche grasse.	4,53
Matière grasse rouge.	0,70
Osmazôme.	1,12
Albumine.	7,00
Phosphore.	1,50
Soufre et sels, tels que	
Phosphate acide de potasse.	5,15
——— de chaux.	
——— de magnésie.	

M. John s'est assuré que la matière grise ne contient pas de phosphore, et M. Chevreul a décrit récemment une substance blanche et nacrée qu'il regarde comme un principe immédiat propre au système nerveux.

I. Les artères du cerveau sont volumineuses. Elle sont au nombre de quatre (les deux carotides internes et les deux vertébrales); elles affectent une disposition sur laquelle nous insisterons à l'article de la *Circulation artérielle.*

Nous dirons seulement ici qu'elles sont principalement placées à la partie inférieure de l'organe, qu'elles y forment un cercle par la manière dont elles s'anastomosent, et qu'elles se réduisent en vaisseaux capillaires avant de pénétrer dans le tissu du cerveau.

Quelques auteurs estiment que le cerveau reçoit à lui seul la huitième partie du sang qui part du cœur; mais cette estimation ne peut être qu'approximative, la quantité de sang qui se porte au cerveau varie suivant un grand nombre de circonstances. On sait par des dissections faites récemment que les artères cérébrales sont accompagnées par des filets du nerf grand sympathique; ces filets peuvent être suivis assez aisément sur les principales branches de ces artères. Il est présumable qu'ils les accompagnent jusqu'à leurs dernières divisions; mais il ne faut pas conclure de cette disposition, qui est générale pour toutes les artères, que le cerveau reçoit des nerfs. Les filamens du grand sympathique n'ont ici, comme ailleurs, de relations évidentes qu'avec les parois artérielles.

Les veines cérébrales ont aussi une disposition particulière: elles occupent la partie supérieure de l'organe; elles ne présentent pas de valvule; elles se terminent dans des canaux situés entre les lames de la dure-mère, etc. Nous reviendrons sur ce point, à l'article *Circulation veineuse.* Il n'existe point de vaisseaux lymphatiques dans le cerveau, du moins personne ne les y a remarqués.

Observations faites sur le cerveau de l'homme et sur celui des animaux vivans.

Sur les enfans nouveau-nés, dont le crâne est encore en partie membraneux, et sur les adultes, à la suite des plaies et des maladies qui ont mis le cerveau à nu, on remarque qu'il éprouve deux mouvemens distincts. Le premier, généralement obscur, est isochrone au battement du cœur et des artères; le second, beaucoup plus apparent, est en rapport avec la respiration, c'est-à-dire que l'organe s'affaisse, revient sur lui-même dans l'instant de l'inspiration, tandis qu'il présente un phénomène opposé, c'est-à-dire qu'il se gonfle visiblement dans le moment de l'expi-

ration : selon que les mouvemens de la respiration sont plus ou moins étendus, ceux du cerveau sont plus ou moins manifestes. Ces deux espèces de mouvemens, mais surtout le dernier, sont très-faciles à voir sur les animaux, et je ne conçois pas comment ils ont pu être révoqués en doute dans ces derniers temps. Ils doivent être très-peu sensibles quand le crâne est intact, car pour s'affaisser le cerveau doit sans doute supporter la pression atmosphérique; mais rien n'est démontré à cet égard. Ce genre de gonflement et d'affaissement alternatif existe dans le cervelet et la moelle épinière. (*Voyez* mon *Journal de Physiologie.*)

Le cerveau, le cervelet et la moelle épinière, entourés du fluide céphalo-spinal, remplissent fort exactement les membranes *sacciformes* qui les entourent; ils exercent même une certaine pression sur leur surface. La pression a sa source dans l'effort du sang qui pénètre leur parenchyme, d'où il résulte que la substance cérébrale, incapable d'effort par elle-même, est incessamment pressée entre l'effort du sang, et la résistance des enveloppes membraneuses ou osseuses.

Et, comme l'effort du sang varie suivant plusieurs circonstances, la pression que subit le cerveau varie dans la même proportion.

Il paraît que cette pression est indispensable aux fonctions de l'organe. Toutes les fois qu'elle est subitement diminuée ou augmentée, les fonctions sont suspendues; si la diminution ou l'augmentation se fait par degré, les fonctions cérébrales persistent. Un des moyens les plus simples de diminuer cette pression est de faire une ponction derrière l'occipital dans l'intervalle qui le sépare de la première vertèbre. Le liquide céphalo-spinal s'échappe ordinairement sous la forme de jet, et aussitôt les fonctions cérébrales sont évidemment troublées. J'ai vu cependant des animaux auxquels j'avais soustrait le liquide dont je parle, continuer de vivre sans dérangemens très-apparens dans les fonctions nerveuses.

Examiné sur l'animal vivant, le cerveau présente des propriétés remarquables, et bien éloignées de ce que l'imagination pourrait nous représenter. Qui croirait, par exemple, que la plus grande partie des hémisphères, sinon la totalité, est insensible aux piqûres, déchiremens, sections, et même aux cautérisations? C'est pourtant un fait sur lequel l'expérience ne laisse aucun doute. Qui penserait qu'un animal peut vivre plusieurs jours et même plusieurs semaines après la soustraction totale des hémisphères? et cependant plusieurs physiologistes et nous-même avons vu des animaux de différentes classes dans cette situation. Mais ce qui est moins connu, et qui pourra surprendre davantage, c'est que la soustraction des hémisphères sur certains animaux, tels que des reptiles, produit si peu de changement dans leurs allures habituelles, qu'il serait difficile de les distinguer d'animaux intacts.

Les lésions de la surface du cervelet montrent aussi que cet organe n'est point sensible; mais les blessures plus profondes, et surtout celles qui intéressent les pédoncules, ont des résultats dont nous parlerons plus tard.

Il n'en est pas de même de la moelle épinière : la sensibilité de cette partie du cerveau est des plus prononcée, avec cette circonstance remarquable, qu'elle est exquise sur la face postérieure, beaucoup plus faible sur la face antérieure, et pour ainsi dire nulle au centre même de l'organe. Aussi est-ce de la partie postérieure de la moelle que naissent les nerfs qui sont plus particulièrement destinés à la sensibilité générale.

Une sensibilité très-vive se fait aussi remarquer à l'intérieur et sur les côtés du quatrième ventricule; mais cette propriété diminue à mesure que l'on avance vers la partie antérieure de la moelle alongée; elle est déjà très-affaiblie dans les tubercules quadrijumeaux des mammifères.

Nous renvoyons à un autre article les propriétés du cerveau qui ont rapport aux mouvemens.

Les usages que remplit le cerveau dans l'économie animale sont extrêmement importans et multipliés. Il est l'organe de l'intelligence; il dirige nos moyens d'agir sur les corps extérieurs; il exerce une influence plus ou moins marquée sur les

phénomènes les plus intimes de la vie; il établit une relation mystérieuse, mais réelle, entre les divers organes, ou, en d'autres termes, il est l'agent principal des sympathies. Nous ne l'envisagerons ici que sous le premier rapport.

De l'intelligence.

Quel que soit le juste orgueil que nous inspirent nos facultés mentales et les immenses avantages qu'elles nous procurent, il est vrai qu'elles se confondent sous certains rapports avec les phénomènes généraux de la vie. En effet, les fonctions intellectuelles sont soumises aux mêmes lois que les autres fonctions; elles se développent et se détériorent avec les progrès de l'âge; elles se modifient par l'habitude, le sexe, le tempérament, la disposition individuelle; elles se troublent, s'affaiblissent ou s'exaltent dans les maladies; les lésions physiques du cerveau les pervertissent ou les détruisent, etc.; enfin, de même que toutes les actions d'organe, elles ne sont susceptibles d'aucune explication, et, pour les étudier, il faut, comme dans toutes les questions de physiologie positive, se borner à l'observation et aux expériences, en se dépouillant autant que possible de toute prévention hypothétique.

Ajoutons qu'il faut se garder de croire que l'étude des fonctions du cerveau est infiniment plus difficile que celle des autres organes, et qu'elle appartient exclusivement à la métaphysique. En s'en tenant rigoureusement à l'observation, et en évitant avec soin de se livrer à aucune explication décevante, cette étude devient purement physiologique, et peut-être est-elle plus aisée que celle de la plupart des autres fonctions, puisqu'il suffit de porter notre attention sur nous-même, de nous *écouter penser*, pour que les phénomènes s'offrent à notre observation.

Mais c'est là précisément une des grandes difficultés de la question. Cet esprit qui tourne son activité sur lui-même, qui s'efforce à se connaître, est sans doute un merveilleux attribut de l'homme; nous devons à cette aptitude une foule d'avantages. Cependant nous trouvons là un obstacle insurmontable à notre insatiable besoin de savoir, nous ne pouvons réellement conquérir des notions quelque peu satisfaisantes que sur les phénomènes qui se passent dans notre propre intelligence; ce qui se passe dans les autres cerveaux n'est plus autant à notre portée et devient forcément l'objet de nos conjectures, et nous sommes destinés à ignorer les facultés que nous ne possédons pas, ou du moins à n'en avoir que des notions très-incomplètes.

Cette incapacité de connaître ce qui n'est point en nous est aussi vraie pour les idéologistes ou les philosophes que pour le commun des hommes; aussi quelque désir qu'ils aient eu de décrire et de classer les facultés intellectuelles, aucun n'y a réussi; car il ne suffit pas de nous annoncer ce qui arrive dans une tête, il faudrait résumer ce qui se passe dans toutes; or, qui oserait se flatter de savoir au juste l'intelligence de l'être qui nous est le plus cher, avec qui nous avons les habitudes les plus intimes, qui peut être certain de se connaître soi-même? Ne sommes-nous pas souvent surpris par le développement subit de facultés que nous ne nous soupçonnions pas? Et, dès-lors, qui peut entreprendre avec quelque espoir de succès de tracer l'histoire de l'esprit humain?

Quoi qu'il en soit, l'étude de l'intelligence ne fait pas en ce moment partie essentielle de la physiologie: une science s'en occupe spécialement, c'est l'*idéologie*. Les personnes qui veulent acquérir des notions étendues sur ce sujet intéressant à tant d'égards, doivent consulter les ouvrages de Bacon, de Locke, de Condillac, de Cabanis, de Dugald Stewart, Kent, Destutt Tracy, Thurot. Nous nous bornerons ici à présenter quelques-uns des principes fondamentaux de cette science d'après les idées des philosophes désignés par l'épithète de *sensualistes*.

Les innombrables phénomènes qui forment l'intelligence de l'homme (1) ne sont que des modifications de la *faculté de sentir*. En prenant cette expression dans son acception la plus étendue et la plus générale.

On reconnaît quatre modifications principales de la faculté de sentir :

1°. La *sensibilité*, ou l'action du cerveau, par laquelle nous éprouvons de impressions, soit du dedans, soit du dehors;

2°. La *mémoire*, ou la faculté de reproduire des impressions ou des sensations précédemment reçues;

3°. La faculté de sentir des rapports entre les sensations, ou le *jugement;*

4°. Les *désirs*, ou la *volonté*.

De la sensibilité.

Ce que nous avons dit des sensations en général s'applique entièrement à la sensibilité; c'est pourquoi nous nous bornons ici à faire observer que cette faculté s'exerce de deux manières bien différentes. Dans la première, l'acte se passe à notre insu, nous n'en avons aucune connaissance, c'est un des nombreux phénomènes de notre existence qui ne sont pas destinés à nous être jamais connus; dans la seconde, nous en sommes avertis, nous en avons conscience, nous *percevons* la sensation, et alors nous la rapportons à une cause extérieure ou intérieure. Cette cause nous la plaçons dans un lieu, etc., etc. Il ne suffit donc pas qu'un corps agisse sur l'un de nos sens, qu'un nerf transmette l'impression produite au cerveau; ce n'est pas assez même que cet organe reçoive cette impression : pour qu'il y ait réellement sensation, il faut que le cerveau *perçoive* l'impression reçue par lui. Une impression ainsi perçue forme ce qu'on nomme, en idéologie, une *perception* ou une *idée*.

Chacun peut constater sur soi-même l'existence de ces deux modes de la sensibilité. Il n'est pas difficile de se convaincre, par exemple, qu'une foule de corps agissent continuellement sur nos sens sans que nous en ayons aucune connaissance : cet effet dépend en grande partie de l'habitude.

La sensibilité varie à l'infini : chez certains, elle est en quelque sorte obtuse; chez d'autres, elle a un degré d'exaltation extraordinaire : en général, une bonne organisation tient le milieu entre ces deux extrêmes.

Dans l'enfance et la jeunesse, la sensibilité est vive; elle se conserve à un degré un peu moins marqué jusque passé l'âge adulte; dans la vieillesse, elle éprouve une diminution évidente; enfin, le vieillard décrépit paraît insensible à toutes les causes ordinaires des sensations.

Avec quelles parties du système nerveux la sensibilité est-elle plus particulièrement en rapport ? Nous pouvons répondre aujourd'hui avec quelque précision à cette question importante. Déjà nous avons signalé la classe des nerfs qui concourent spécialement à ce phénomène. Ce sont les racines postérieures qui naissent de la moelle épinière et la branche supérieure de la cinquième paire. J'ai montré par des expériences que si ces nerfs sont coupés, toute sensibilité est éteinte dans les parties où ils se distribuent.

L'expérience m'a appris également que si l'on coupe les cordons postérieurs de la moelle, la sensibilité générale du tronc est abolie. Quant à celle de la tête et plus particulièrement de la face et de ses cavités, j'ai montré qu'elle dépend de la cinquième paire. Si ce nerf est coupé avant la sortie du crâne, toute la sensibilité de la

---

(1) L'intelligence de l'homme est encore nommée *esprit, moral, facultés de l'ame, facultés intellectuelles, mentales, fonctions cérébrales*, etc.

face est perdue. Ce même résultat arrive si le tronc du nerf est coupé sur les côtés du quatrième ventricule.

Enfin il faut descendre au-dessous du niveau de la première vertèbre cervicale pour qu'une section latérale de la moelle ne soit pas suivie de la perte de la sensibilité générale de la face et de celle des sens. Comme l'origine de la cinquième paire se rapproche beaucoup des cordons postérieurs de la moelle, qui paraissent les principaux organes de la sensibilité du tronc, il est probable qu'il y a continuité entre ces cordons et la cinquième paire ; mais ce fait n'est encore démontré ni par l'anatomie , ni par les expériences physiologiques.

Ce n'est donc pas dans le cerveau proprement dit ni dans le cervelet que réside le siége principal de la sensibilité ni des sens spéciaux.

J'en donne encore une démonstration que je regarde comme satisfaisante. Enlevez les lobes du cerveau et ceux du cervelet sur un mammifère, cherchez ensuite à vous assurer s'il peut éprouver des sensations, et vous reconnaîtrez facilement qu'il est sensible aux odeurs fortes, aux saveurs, aux sons, et aux impressions sapides. Il est donc bien positif que les sensations n'ont pas leur siége dans les lobes cérébraux et cérébelleux.

Je n'ai pas cité la vue dans l'énumération des sens que je viens de faire : c'est qu'en effet la vue est dans un cas particulier. Il résulte des expériences de MM. Rolando et Flourens, que la vue est abolie par la soustraction des lobes cérébraux. Si le lobe droit est enlevé, c'est l'œil gauche qui n'agit plus, *et vice versa.*

Le lecteur peut d'autant plus compter sur la réalité de ce fait, que j'ai douté quelque temps de son exactitude, et que j'ai dû, pour m'éclairer, le vérifier un grand nombre de fois.

La blessure de la couche optique sur les mammifères est aussi suivie de la perte de la vue pour l'œil opposé. Je n'ai jamais vu que la blessure du tubercule optique ou quadrijumeau antérieur altérât la vue chez les mammifères; mais cet effet est très-apparent chez les oiseaux. Dans ces derniers, la soustraction des hémisphères rend l'œil insensible à la lumière la plus vive.

Ainsi les parties du système nerveux nécessaires à l'exercice de la vue sont multiples ; il faut, pour que ce sens soit exercé , intégrité des hémisphères, des couches optiques , et peut-être des tubercules quadrijumeaux antérieurs , et enfin de la cinquième paire. Remarquons que l'influence des hémisphères et des couches optiques est croisée , tandis que celle de la cinquième paire est directe.

Si nous cherchons pourquoi le sens de la vue diffère autant des autres sens par rapport au nombre et à l'importance des parties nerveuses qui y concourent, nous trouverons que bien rarement la vue consiste dans une simple impression de la lumière ; que même cette impression peut avoir lieu sans que la vue existe; qu'au contraire l'action de l'appareil optique est presque toujours liée à un travail intellectuel ou instinctif, par lequel nous établissons la distance , la grandeur , la forme, le mouvement des corps, travail qui nécessite probablement l'intervention des parties les plus importantes du système nerveux, et particulièrement celle des hémisphères cérébraux.

De la mémoire.

Non seulement le cerveau peut percevoir des sensations , mais il lui appartient encore de reproduire celles qu'il a déjà perçues. Cette action cérébrale se nomme *mémoire* quand elle fait renaître les idées acquises il n'y a pas très-long-temps ; elle s'appelle *souvenir* quand les idées sont plus anciennes. Un vieillard qui se rappelle les événemens de sa jeunesse a des souvenirs ; un homme qui se retrace les sensations qu'il a éprouvées l'année précédente, a de la mémoire.

La *réminiscence* est une idée reproduite, et qu'on ne se rappelle pas avoir eue précédemment.

De même que la sensibilité, dans l'enfance et dans la jeunesse la mémoire est très-développée: aussi est-ce durant ce temps de la vie que nous acquérons les connaissances les plus multipliées, mais surtout celles qui ne demandent pas une réflexion très-grande: telles sont les langues, l'histoire, les sciences descriptives, etc. La mémoire s'affaiblit ensuite avec les progrès de l'âge; elle diminue chez l'adulte; elle se perd presque entièrement chez le vieillard. On voit cependant des individus qui conservent une mémoire fidèle jusqu'à un âge très-avancé; mais si cet avantage ne dépend pas d'un grand exercice, comme on l'observe chez les acteurs, il n'existe souvent qu'au détriment des autres facultés intellectuelles.

Plus les sensations sont vives, et plus on se les rappelle aisément. La mémoire des sensations internes est presque toujours confuse; certaines maladies du cerveau détruisent complètement la mémoire.

La mémoire s'exerce d'une manière pour ainsi dire exclusive sur des sujets très-différens: il y a la mémoire des mots, celle des lieux, celle des noms, des formes, celle de la musique, etc. Un homme présente rarement toutes ces mémoires réunies; elles ne se montrent guère qu'isolément, et presque toujours elles forment le trait le plus marquant de l'intelligence dont elles font partie.

Les maladies nous offrent aussi des analyses psycologiques de la mémoire : tel malade perd la mémoire des noms propres; tel autre celle des substantifs; un troisième celle des nombres, et ne peut compter au-delà de trois ou quatre. Celui-ci oublie jusqu'à sa propre langue, et perd ainsi la faculté de s'exprimer sur aucun sujet. Dans tous ces cas, après la mort, on observe des lésions plus ou moins grandes du cerveau, ou de la moelle alongée; mais l'anatomie morbide n'a pas encore pu établir de relation directe et constante entre le lieu lésé et l'espèce de mémoire abolie, de sorte que nous ignorons encore s'il existe quelque partie du cerveau qui soit plus particulièrement destinée à exercer la mémoire (1).

Du jugement.

La plus importante des facultés intellectuelles est, sans contredit, le jugement. C'est par cette faculté que nous acquérons toutes nos connaissances; sans elle, notre vie serait purement végétative, nous n'aurions aucune idée de l'existence des corps ni de la nôtre, car ces deux genres de notions, comme toutes nos connaissances, sont la conséquence immédiate de notre faculté de juger.

Porter un jugement, c'est établir un rapport entre deux idées, ou entre deux

(1) La Phrénologie, *pseudo-science* de nos jours, comme étaient naguère l'*astrologie*, la *nécromancie*, l'*alchimie*, prétend localiser dans le cerveau les diverses sortes de mémoires; mais ses efforts se réduisent à des assertions qui ne soutiennent pas un instant l'examen. Les *cranologues*, à la tête desquels est le docteur Gall, vont beaucoup plus loin; ils n'aspirent à rien moins qu'à déterminer les capacités intellectuelles par la conformation des crânes, et surtout par les saillies locales qui s'y remarquent. Un grand mathématicien offre certaine élévation non loin de l'orbite; c'est là, n'en doutez point, qu'est l'organe du calcul. Un artiste célèbre a telle bosse au front, c'est là qu'est le siége de son talent! Mais, répondra-t-on, avez-vous examiné beaucoup de têtes d'hommes qui n'ont pas ces capacités? Êtes-vous sûr que vous n'en rencontriez pas avec les mêmes saillies, les mêmes bosses? N'importe, dit le cranologue, si la bosse s'y trouve le talent existe, seulement *il n'est pas développé;* mais voilà un grand géomètre, un grand musicien qui n'ont pas votre bosse; n'importe, répond le sectaire, croyez! mais quand il y aurait toujours, reprend le sceptique, telle conformation réunie avec telle aptitude, il faudrait encore prouver que ce n'est pas une simple coïncidence, et que le talent d'un homme tient réellement à la forme de son crâne. Croyez, vous dis-je, répond le phrénologue; et les esprits qui accueillent avec empressement le vague et le merveilleux croient! Ils ont raison, car ils s'amusent, et la vérité ne leur inspirerait que de l'ennui.

groupes d'idées. Quand je juge qu'un ouvrage est bon, je sens que l'idée de bonté convient au livre que j'ai lu ; j'établis un rapport, je me forme une idée d'un genre différent de celle que font naître la sensibilité et la mémoire.

Une suite de jugemens qui s'enchaînent les uns les autres forment un *raisonnement*.

On conçoit combien il importe de ne porter que des jugemens justes, c'est-à-dire de n'établir que des rapports qui existent réellement. Si je juge salutaire une substance vénéneuse, je cours le danger de perdre la vie ; le jugement faux que j'aurai porté me sera nuisible. Il en est de même de tous ceux du même genre. Presque tous les malheurs qui accablent moralement l'homme ont leur source dans des erreurs de jugement ; les crimes, les vices, la mauvaise conduite, proviennent de faux jugemens.

Il existe une science dont la prétention est d'enseigner à raisonner juste, c'est la *logique :* mais le jugement sain, ou le bon sens, le jugement erroné, ou l'esprit faux, tiennent à l'organisation. Il est impossible de se changer à cet égard : nous restons tels que la nature nous a faits.

Certains hommes sont doués du don précieux de trouver des rapports qui n'avaient pas encore été aperçus. Si ces rapports sont très-importans, s'ils procurent de grands avantages à l'humanité, ces hommes ont du *génie ;* s'ils sont moins utiles, s'ils portent sur des objets d'une importance moindre, ces hommes ont de l'*esprit*, de l'*imagination*.

C'est principalement par la manière de sentir les rapports ou de juger, que les hommes diffèrent entre eux.

La vivacité des sensations paraît nuire à l'exactitude du jugement ; c'est pourquoi cette faculté se perfectionne avec l'âge.

On ignore quelle partie du cerveau sert de siége plus particulier au jugement ; on croit depuis long-temps que ce sont les hémisphères, mais rien ne le prouve directement.

Du désir ou de la volonté.

On donne le nom de *volonté* ou désir à ce phénomène intellectuel par lequel nous éprouvons des désirs. En général, la volonté est la conséquence de nos jugemens ; mais elle a ceci de remarquable, en ce que notre bonheur ou notre malheur y est nécessairement lié.

Lorsque nous satisfaisons nos désirs, nous sommes *heureux ;* nous sommes *malheureux*, au contraire, si nos désirs ne sont point accomplis : il importe donc de donner à nos désirs une direction telle que nous arrivions au bonheur. Il ne faut donc pas désirer, par exemple, des choses qu'il est impossible de posséder ; il faut éviter avec plus de soin encore de vouloir les choses qui nous sont nuisibles ; car, dans ce cas, nous ne pouvons échapper au malheur, soit que nos désirs soient ou non satisfaits. La *morale*, qui est à la fois notre intérêt du présent et celui de l'avenir, donne la meilleure direction possible à nos désirs, et nous conduit sûrement au bonheur.

On confond ordinairement les désirs avec l'action cérébrale qui préside à la contraction volontaire des muscles : je crois avantageux pour l'étude d'en établir la distinction.

Telles sont les quatre *facultés simples de l'esprit*. En se combinant, en réagissant les unes sur les autres, elles constituent l'intelligence de l'homme et des animaux les plus parfaits, avec cette différence que, chez ces derniers, elles restent à peu près dans leur état de simplicité, tandis que l'homme en tire un tout autre parti, et s'assure ainsi la supériorité intellectuelle qui le distingue.

La faculté de généraliser, qui consiste à créer des signes pour représenter les idées, à penser au moyen de ces signes, et à former des idées abstraites, est ce qui

caractérise l'intelligence humaine, et qui lui permet d'acquérir cette extension prodigieuse qu'on lui voit chez les nations civilisées. Mais cette faculté comporte nécessairement l'état de société : un homme qui aurait toujours vécu isolé, et qui n'aurait eu, même dans ses premières années, aucun rapport avec ses semblables, comme on en a plusieurs exemples, ne différerait pas beaucoup des animaux, car il resterait borné aux quatre facultés simples de l'esprit. Il en est de même des individus auxquels la nature, par une organisation vicieuse, a refusé la faculté d'employer des signes et celle de former des abstractions ou des idées générales : ils restent toute leur vie dans un véritable abrutissement, comme on l'observe chez les *idiots*.

En général, les circonstances physiques au milieu desquelles l'homme se trouve placé, influent beaucoup sur le degré de développement de son intelligence. S'il se procure aisément sa subsistance, s'il satisfait de même toutes les nécessités physiques de la vie, il sera dans la position la plus avantageuse pour cultiver son esprit et pour laisser un libre essor à ses facultés mentales : c'est là l'inappréciable privilége d'un petit nombre d'habitans des pays civilisés. Mais si l'homme ne peut que très-difficilement pourvoir à sa subsistance et à ses autres besoins, son intelligence, toujours dirigée vers le même but, pourra atteindre un certain développement dans ce sens, mais restera sur tout autre point dans un état d'imperfection ou d'infériorité relative : c'est ce qui arrive chez le paysan esclave, l'ouvrier pauvre et laborieux, qui parvient à grand'peine à faire vivre sa famille.

L'intelligence de tout homme est limitée, soit pour le nombre des facultés, soit pour le degré de chacune d'elles. Nul ne peut dépasser le point qui lui est départi par son organisation; en vain s'efforcerait-il de conquérir les aptitudes que la nature ne lui a pas accordées. Mais chacun peut, en exerçant les facultés qu'il possède, les étendre et les porter à un point de perfection loin duquel elles seraient restées si elles n'avaient point été fréquemment mises en jeu ; c'est vers ce but important que doit être dirigée l'éducation.

Certains philosophes, ou plutôt certains rêveurs, supposent que tous les hommes naissent égaux en capacité intellectuelle, que l'éducation et les circonstances au milieu desquelles ils se sont trouvés font leurs différences. Mais rien de plus contraire à la vérité qu'une telle supposition; depuis l'idiot, qui ne peut parvenir à manger seul, et qu'il faut nourrir comme un enfant à la mamelle, jusqu'à l'homme de génie dont les découvertes améliorent la condition sociale, il y a une foule de nuances intermédiaires, qui sont le partage individuel de l'humanité.

Tel homme a toutes ses facultés à un degré très-minime ; tel autre a plusieurs facultés éminentes, tandis qu'il est inférieur ou même incapable sur le reste; un troisième n'a pour ainsi dire qu'une faculté, il est tellement mal partagé relativement aux autres qu'il semble en être dépourvu. Enfin, il est des hommes privilégiés chez lesquels la nature a réuni à un haut degré toutes les capacités de l'esprit humain ; ces hommes, si heureusement organisés, jouissent d'immenses avantages inconnus au reste des humains; ils peuvent, par exemple, comprendre tout le monde, et se faire comprendre de chacun, ce qui est refusé aux intelligences vulgaires. Ces hommes *complets* sont très-rares.

Ce qui est vrai des hommes pris individuellement sans distinction de race, l'est aussi des variétés de l'espèce humaine. Les récits des voyageurs et des historiens permettent d'établir une sorte d'échelle de capacité intellectuelle, depuis la variété caucasique à laquelle nous appartenons, jusqu'au sauvage océanique féroce et stupide, qui n'a jamais pu s'élever jusqu'à se servir d'un canot. Les différens états de civilisation qui s'observent à la surface du globe parmi les nombreuses races d'hommes, seraient ainsi, non point des nuances accidentelles, conséquence des mœurs, des coutumes, des climats, mais des résultats immédiats et nécessaires de l'organisation.

Il faudrait maintenant énumérer et décrire successivement les diverses facultés de l'esprit humain ; mais j'ai dit plus haut pour quels motifs cette tentative a été jus-

qu'ici l'écueil des idéologues les plus distingués ; il serait par trop téméraire à nous d'entreprendre une tâche aussi difficile, et peut-être même impossible à accomplir.

Toutefois par ses sens et son intelligence l'homme acquiert des idées ou des connaissances sur les corps qui l'environnent, et sur les phénomènes qu'ils présentent; ainsi se forme son *savoir*, dont l'étendue varie suivant ses aptitudes et l'exercice qu'elles ont reçu, c'est-à-dire suivant son expérience. Il dépend de nous, avec des facultés données, d'acquérir plus ou moins de connaissances, et d'augmenter ainsi l'intensité de notre existence et les chances de notre bonheur; car, en général, plus l'homme est instruit et plus il est heureux; le malheur au contraire a presque toujours sa source dans l'ignorance.

Il est un grand nombre de points sur lesquels notre esprit n'a que peu ou point de prise, et qui cependant nous intéressent vivement. Poussés par l'admirable faculté que nous possédons, de rechercher les causes, nous imaginons là où tout devrait nous porter à sentir notre impuissance, ou bien si nous n'imaginons pas nous-mêmes, nous *admettons* ce qui a été imaginé par d'autres d'un esprit plus fertile ou plus audacieux; ainsi naissent les hypothèses, les systèmes, les doctrines, enfin les *croyances*, qui se partagent, avec le *savoir*, l'esprit de tout homme, et qui souvent en occupent une part trop considérable, même dans les meilleures têtes.

Ainsi la somme des idées que notre intelligence nous procure se compose de ce qui est réel, ou de ce que nous *savons* pour l'avoir appris, et de ce que nous *croyons* ou de ce que nous avons imaginé, ou *admis* sans preuve, c'est-à-dire de ce que *nous ignorons*, en sorte que croire, créer un système, une doctrine, c'est rigoureusement ne pas savoir ou ignorer.

Je suis loin de prétendre que tout ce que nous croyons soit faux ou simplement imaginaire; car il est possible de croire à une chose vraie et réelle, mais cette chose ne devient telle qu'autant qu'elle acquiert les caractères d'un fait susceptible de preuves expérimentales et vérifiables.

Sous ce point de vue les hommes forment deux classes bien distinctes, et destinées à ne jamais se rapprocher : les uns ne recherchent que la vérité, le positif, l'expérimental; les autres se complaisent dans le vague, l'imaginaire, le merveilleux, l'absurde même; ils y attachent d'autant plus d'importance et d'intérêt que leur croyance étant leur propre ouvrage, ou s'adaptant parfaitement à leur esprit, fait en quelque sorte partie d'eux-mêmes : aussi mettent-ils à la soutenir et à la défendre une chaleur, une énergie, une ténacité extrême; aussi est-il impossible de leur démontrer qu'ils sont dans l'erreur.

Ces deux genres d'esprit se sont montrés, mais avec des avantages différens, dans toutes les voies parcourues par l'intelligence de l'homme. Le premier a fondé et perfectionné les sciences et toutes les connaissances positives; le second a brillé d'un vif éclat dans les arts d'imagination; cette carrière est son domaine, c'est là qu'il doit s'exercer pour le plus grand avantage de tous. Malheureusement les hommes qui possèdent ce genre d'esprit, cultivent aussi la philosophie naturelle; mais, loin de concourir à ses progrès, là, comme ailleurs, les idées suppléent les faits; les produits de leur imagination deviennent les grands phénomènes de la nature; activité funeste, zèle stérile, qui peuvent aller jusqu'à anéantir les sciences dont ils s'occupent, en élevant à leur place des échafaudages fantastiques, qui s'évanouissent au premier regard d'un esprit positif ami de la réalité !

DE L'INSTINCT ET DES PASSIONS.

La nature n'abandonne point les animaux à eux-mêmes : chacun d'eux doit exercer une série déterminée d'actions, d'où résulte ce merveilleux ensemble qui règne parmi les êtres organisés. Pour porter les animaux à exécuter ponctuellement les actes qui leur sont dévolus, la nature leur a donné l'*instinct*, c'est-à-dire des pen-

chans, des inclinations, des besoins, au moyen desquels ils sont incessamment excités et même forcés de remplir les intentions de la nature.

L'instinct peut exister de deux manières différentes, avec ou sans connaissance du but. Le premier est *l'instinct éclairé*, le second est *l'instinct aveugle* ou brut : l'un est l'apanage de l'homme, l'autre appartient plus particulièrement aux animaux.

En examinant avec soin les phénomènes nombreux qui dépendent de l'intinct, nous verrons qu'il a dans chaque animal un double but : 1° la conservation de l'individu, 2° la conservation de l'espèce. Chaque animal y travaille à sa manière et selon son organisation : aussi y a-t-il autant d'instincts différens qu'il y a d'espèces; et comme l'organisation varie dans les individus, l'instinct présente des différences individuelles quelquefois très-prononcées.

Chez l'homme, on reconnaît deux genres d'instinct : l'un tient évidemment à son organisation, à sa condition d'animal ; il le présente, quel que soit l'état où il se trouve. Ce genre d'instinct est à peu près celui des animaux.

L'autre genre d'instinct naît de l'état social; sans doute il dépend de l'organisation : quel phénomène vital n'en dépend point? mais il ne se développe qu'autant que l'homme vit dans une société civilisée; encore faut-il qu'il y jouisse des avantages que cet état procure.

Au premier, qu'on peut appeller *instinct animal*, se rapportent la faim, la soif, le besoin des vêtemens, celui d'habitation, le désir du bien-être ou des sensations agréables, la crainte de la douleur et de la mort, le désir de nuire aux animaux ou à ses semblables, s'il y a quelques dangers à en craindre ou des avantages à tirer du mal qu'on leur fera ; les désirs vénériens, l'intérêt qu'inspirent les enfans, la tendance à l'imitation, à vivre en société, qui conduit à parcourir les différens degrés de la civilisation, etc. Ces divers sentimens instinctifs portent continuellement l'homme à concourir à l'ordre établi parmi les êtres organisés. De tous les animaux l'homme est celui dont les besoins naturels sont les plus nombreux et les plus variés, ce qui est en rapport avec l'étendue de son intelligence : n'eût-il que ces besoins, il aurait encore une suprématie marquée sur les animaux.

Lorsque l'homme vit en société, qu'il satisfait aisément à tous les besoins dont nous venons de parler, il a du *loisir*, en d'autres termes, il a du temps et des facultés d'agir plus que ses premiers besoins n'exigent : alors naissent de nouveaux besoins, qu'on pourrait nommer *sociaux* : tel est celui de sentir vivement l'existence, besoin qui devient d'autant plus difficile à satisfaire qu'il est plus souvent satisfait, parce que, comme nous avons déjà dit, les sensations s'émoussent en se répétant.

Ce besoin d'exister vivement, joint à l'affaiblissement continuel des sensations, cause une inquiétude machinale, des désirs vagues, excités par le souvenir importun des sensations vives précédemment éprouvées: l'homme est forcé, pour sortir de cet état, de changer continuellement d'objet, ou d'outrer les sensations du même genre. De là viennent une inconstance qui ne permet pas à nos vœux de s'arrêter, et une progression de désirs qui, toujours anéantis par la jouissance, mais irrités par le souvenir, s'élancent jusque dans l'infini: de là naît l'ennui, qui tourmente et poursuit l'homme civilisé et heureux.

Le besoin de vives émotions est balancé par l'amour du repos ou la paresse, qui agit si puissamment dans la classe opulente de la société, surtout dans les pays méridionaux. Ces deux sentimens contradictoires se modifient l'un l'autre, et de leur réaction réciproque résulte le désir du pouvoir, de la considération, de la fortune, etc., qui nous donnent les moyens de les satisfaire tous les deux (1).

Ces sentimens instinctifs ne sont pas les seuls qui naissent dans l'état social: il s'en développe une foule d'autres, moins importans à la vérité, mais tout aussi réels; en

(1) Leroy, *Lettres sur l'Instinct des Animaux.*

outre, les besoins naturels s'altèrent jusqu'au point de devenir méconnaissables : la faim est souvent remplacée par un goût capricieux; les appétits vénériens par des désirs bizarres ou ignobles, etc. Les besoins naturels influent sur les besoins sociaux; ceux-ci, à leur tour, modifient les premiers ; et si l'on ajoute que l'âge, le sexe, le tempérament, etc., altèrent fortement toute espèce de besoin, on aura une idée de la difficulté que présente l'étude de l'instinct de l'homme : aussi cette partie de la physiologie est-elle à peine ébauchée.

Remarquons cependant que le développement des besoins sociaux entraîne le développement de l'intelligence; il n'y a aucune comparaison, sous le rapport de la capacité de l'esprit, entre un homme de la classe aisée de la société, et l'homme dont toutes les forces physiques suffisent à peine à subvenir à ses premiers besoins. Les instincts, les dispositions innées occupent beaucoup en ce moment les phrénologistes; leurs efforts sont particulièrement dirigés vers le triple but de *reconnaître*, de *classer* les dispositions instinctives, et surtout de leur *assigner* des *organes distincts* dans le cerveau; mais il faut convenir qu'ils sont encore loin de voir leurs tentatives couronnées d'une apparence de succès.

Des passions.

En général, on entend par *passion* un sentiment instinctif devenu extrême et exclusif. L'homme passionné ne voit, n'entend, n'existe que par le sentiment qui le presse ; et comme la violence de ce sentiment est quelquefois telle qu'il devient pénible, on l'a nommé *passion* ou *souffrance*.

Les passions ont le même but que l'instinct; comme lui, elles portent les animaux à agir selon les lois générales de la nature vivante.

Chez l'homme existent des passions qu'il a en commun avec les animaux, et qui consistent dans les besoins animaux exagérés; mais il en a d'autres, qui ne se développent que dans l'état de société : ce sont les besoins sociaux très-accrus.

Les *passions animales* se rapportent au double but que nous avons indiqué en parlant de l'instinct, c'est-à-dire la conservation de l'individu, et la conservation de l'espèce.

A la conservation de l'individu appartiennent la peur, la colère, la tristesse, la haine, la faim excessive, etc.;

A la conservation de l'espèce, les désirs vénériens devenus extrêmes, la jalousie, la fureur ressentie quand les petits sont en danger, etc.

La nature a attaché une grande importance à ce genre de passions, qu'elle reproduit dans toute leur force chez l'homme civilisé.

Les passions qui appartiennent à l'état de société ne sont que les besoins sociaux portés à un degré très-élevé. L'ambition est l'excès de l'amour du pouvoir ; l'avarice, l'exagération du désir de la fortune ; la haine, la vengeance, le désir naturel et impétueux de nuire à qui nous nuit ; la passion du jeu, presque tous les vices, qui sont aussi des passions, des moyens de sentir vivement l'existence ; l'amour violent, une exaltation des désirs vénériens qui trouble, agite, pervertit et souvent anime notre vie d'un bien-être ineffable, etc.

Parmi les passions, les unes s'apaisent ou s'éteignent quand elles sont satisfaites, les autres s'irritent à mesure qu'elles sont assouvies : aussi le bonheur est-il souvent amené par les premières, comme on le voit dans l'amour et la philanthropie, tandis que le malheur est nécessairement attaché aux dernières : les ambitieux, les avares, les envieux, en fournissent des exemples

Si les besoins développent l'intelligence, les passions sont le principe ou la cause de tout ce que l'homme fait de grand, soit en bien ou en mal. Les grands hommes dans tous les genres, les grands criminels et les conquérans, sont des hommes passionnés.

Parlerons-nous du *siége* des passions ? Dirons-nous avec Bichat qu'elles résident dans la vie organique; ou bien, avec les anciens et quelques modernes, que la colère

est dans la tête, le courage dans le cœur, la peur dans le ganglion semi-lunaire, etc.?

Mais les passions sont des sensations internes ; elles ne peuvent avoir de siége. Elles résultent de l'action du système nerveux, et particulièrement de celle du cerveau : elles ne comportent donc aucune explication. Il faut les observer, les diriger, les calmer ou les entretenir, mais non chercher à les expliquer (1).

DE LA VOIX ET DES MOUVEMENS.

Les fonctions que nous avons précédemment examinées reposent toutes sur la faculté de sentir : c'est par cette faculté que nous arrivons à connaître ce qui existe autour de nous, et que nous prenons connaissance de nous-mêmes.

Pour terminer l'histoire des fonctions de relation, il nous reste à parler des fonctions au moyen desquelles nous agissons sur les corps extérieurs ; nous leur imprimons les changemens que nous jugeons nécessaires, et nous exprimons nos sentimens, nos idées, aux êtres qui nous entourent. Ces fonctions ne sont que des nuances d'un même phénomène, la *contraction musculaire :* en sorte que la faculté de sentir d'une part, et la contraction musculaire de l'autre, constituent réellement toute notre vie de relation. Nous allons traiter d'abord de la contraction musculaire, après quoi nous exposerons ses deux principaux résultats, la *voix* et les *mouvemens.*

De la contraction musculaire.

La contractilité musculaire, aussi nommée *contractilité animale, myotilité, contractilité volontaire,* etc.; résulte de l'action successive ou simultanée de plusieurs organes ; elle a pour effet le développement d'une force motrice qui range les animaux et l'homme parmi les puissances naturelles.

Appareil de la contraction musculaire.

Les organes qui concourent à la contraction musculaire sont le *cerveau, les nerfs* et les *muscles.*

Parties du cerveau qui paraissent plus particulièrement destinées aux mouvemens.

Certaines parties du système cérébro-spinal paraissent plus particulièrement destinées aux mouvemens : telles sont, en procédant d'avant en arrière, les corps striés, les couches optiques dans leur partie inférieure, les crura-cerebri, le pont de varole et les pédoncules du cervelet, les parties latérales de la moelle alongée, les cordons antérieurs de la moelle. Nous citerons bientôt les faits sur lesquels nous nous fondons pour indiquer ces parties comme ayant une influence remarquable sur la contraction musculaire.

Nerfs du mouvement.

Long-temps les anatomistes ont cherché à distinguer les nerfs qui servent à la sensibilité, de ceux qui sont plus spécialement destinés aux mouvemens ; ils s'attachaient avec d'autant plus de zèle à cette recherche, que tous les jours des maladies isolent les deux phénomènes. Nous voyons fréquemment en effet une partie perdre sa

---

(1) Ce serait ici le lieu de traiter de l'usage des diverses parties du cerveau dans l'intelligence et dans les facultés instinctives; mais ce sujet est encore trop conjectural ou trop peu connu pour entrer dans un livre élémentaire. Nous nous occupons depuis long-temps d'observations et d'expériences directes sur ce point; nous nous empresserons d'en faire connaître les résultats aussitôt que nous les jugerons dignes d'être rendus publics.

sensibilité, et conserver son mouvement, ou réciproquement perdre son mouvement, et conserver sa sensibilité. J'ai été assez heureux pour établir cette distinction par l'expérience, et il est généralement connu aujourd'hui, depuis mon travail, que les racines antérieures des nerfs spinaux sont les nerfs qui appartiennent essentiellement au mouvement de toutes les parties du tronc et des membres.

Quant à la face, il résulte d'une très-belle expérience de M. Charles Bell, que le nerf de la septième paire est particulièrement l'organe qui sert aux mouvemens des paupières, des joues, des lèvres. L'expérience a appris aussi que le nerf hypoglosse et le glosso-pharyngien sont plus particulièrement destinés aux mouvemens de la langue, que la portion musculaire de la cinquième paire dirige ceux des mâchoires, et que les troisième, quatrième et sixième paires concourent plus spécialement au mouvement de l'iris et du globe de l'œil. Nous reviendrons sur ces nouveaux faits à l'article des mouvemens partiels. J'ai donné ailleurs la preuve expérimentale que la huitième paire dirige les mouvemens de la glotte, comme on le verra à l'article *Voix*.

MM. Prévost et Dumas se sont occupés récemment de la structure des nerfs qui se rendent aux muscles, et de la manière dont ils se comportent lorsqu'ils sont parvenus au milieu des fibres musculaires. Un grand nombre d'observations faites au microscope sur les nerfs du lapin, du cochon-d'Inde, de la grenouille, leur ont appris: 1° qu'avec un grossissement de 10 à 15 fois le diamètre, les nerfs présentent à leur surface des bandes alternativement blanches et obscures, qui simulent d'une manière frappante les contours d'une spirale serrée qui serait placée sous l'enveloppe celluleuse. Mais cette apparence est illusoire, elle dépend simplement d'un petit plissement de l'enveloppe qui perd sa transparence dans certain point et la conserve dans d'autres. Et la preuve, c'est qu'en tirant légèrement sur le filet nerveux placé sous la lentille, tout disparaît.

Lorsqu'on prend un nerf, et qu'après l'avoir divisé longitudinalement on l'étale sous l'eau, on voit qu'il est composé d'un grand nombre de petits filamens parallèles, égaux en grosseur. Ces filamens sont plats et composés de quatre fibres élémentaires, disposées à peu près sur le même plan. Ces fibres sont elles-mêmes composées d'une série de globules. (*Voyez* la planche, tom. III, de mon *Journal de Physiologie*). MM. Prévost et Dumas trouvent qu'il peut y avoir jusqu'à 16,000 de ces fibres dans un nerf cylindrique d'un millimètre de diamètre, tel que le crural d'une grenouille, par exemple.

Des muscles.

On donne le nom de *système musculaire* à l'ensemble des muscles.

La forme, la disposition, etc., des muscles, varient à l'infini. Un muscle est formé par la réunion d'un certain nombre de *faisceaux musculaires*, qui sont composés de faisceaux plus petits ; ceux-ci résultent de faisceaux d'un moindre volume; enfin, de division en division on arrive à une fibre excessivement fine, qui ne peut plus être divisée, mais qui probablement pourrait l'être si nos sens et nos moyens de division étaient plus parfaits. Cette fibre, pour nous indivisible, est la *fibre musculaire;* elle est formée par une série de globules qui sont maintenus en ligne droite par une matière amorphe. Elle est plus ou moins longue, selon les muscles dont elle fait partie. Presque toujours droite, elle ne se bifurque point, et ne se confond point avec les autres fibres de la même espèce; elle est enveloppée d'un tissu cellulaire extrêmement fin : molle et peu extensible, elle se déchire aisément sur le cadavre; elle présente, au contraire, sur le vivant, une grande élasticité et une résistance étonnante, relativement à son volume; elle est essentiellement composée de fibrine et d'osmazôme, reçoit beaucoup de sang, et au moins un filament nerveux. Quelques anatomistes ont prétendu expliquer comment les vaisseaux et les nerfs se comportent quand ils sont arrivés dans le tissu des fibres musculaires, mais ils n'ont rien dit de satisfaisant à

cet égard. Les recherches auxquelles on peut davantage se confier sur ce point, sont celles qui ont été faites il y a peu de temps par MM. Prévost et Dumas ; ces savans naturalistes ont suivi au microscope la distribution des fibres nerveuses, et ils assurent qu'elles ne se confondent ni ne s'épanouissent dans les muscles, mais qu'elles y forment une anse qui va d'un nerf à l'autre, de manière à remonter vers le cerveau après avoir traversé le muscle. Selon les mêmes auteurs, chaque filament nerveux aurait une extrémité à la partie antérieure de la moelle, descendrait vers un muscle, en faisant partie d'un tronc nerveux, puis traverserait une ou plusieurs fibres musculaires, et enfin irait gagner la partie postérieure de la moelle en remontant un tronc nerveux.

Chaque fibre musculaire est attachée par ses deux extrémités à des prolongemens fibreux (*tendons*, *aponévroses*), qui sont les conducteurs de la force développée quand elle se contracte.

La contraction musculaire, telle qu'elle a lieu dans l'état ordinaire de la vie, suppose l'exercice libre et facile du cerveau, des nerfs qui aboutissent aux muscles, et enfin des muscles eux-mêmes. Chacun de ces organes doit recevoir du sang artériel, et le sang veineux ne doit pas avoir séjourné trop long-temps dans son tissu. Si l'une de ces conditions manque, la contraction musculaire est impossible, pervertie ou très-affaiblie.

Phénomènes de la contraction musculaire.

Examinées avec un grossissement très-faible, les fibres musculaires qui forment un muscle sont parallèles et droites si le muscle est en repos, mais très-disposées à changer de position. Si par une cause quelconque le muscle vient à se contracter, aussitôt il apparaît dans les fibres musculaires un phénomène des plus remarquables, et qui n'avait été que vaguement entrevu avant les recherches de MM. Prévost et Dumas. Tout-à-coup les fibres se *fléchissent en zigzag* et présentent en un instant un grand nombre d'ondulations anguleuses et régulièrement opposées. Si la cause qui avait amené la contraction vient à cesser, le parallélisme des fibres se reproduit avec la même promptitude qu'il avait cessé.

En répétant cette expérience, on ne tarde pas à reconnaître que les flexions de chaque fibre ont lieu dans certains points déterminés, et jamais ailleurs. Les plus fortes contractions ne vont point jusqu'à donner des angles qui soient de cinquante degrés ou au-dessous. Un fait fort digne d'intérêt, et qui a été observé par MM. Prévost et Dumas, c'est que les filets nerveux qui traversent les fibres musculaires passent justement par les points où se produisent les angles de flexion, et dans une direction perpendiculaire aux fibres.

Les mêmes auteurs ont constaté, par les observations les plus précises, que la fibre musculaire contractée, c'est-à-dire anguleuse, n'est pas raccourcie, et qu'ainsi dans la contraction, les extrémités de la fibre se rapprochent, mais que la fibre elle-même n'a rien perdu de sa longueur ; ils sont parvenus à ce résultat, soit en mesurant directement la fibre contractée, soit en calculant les angles produits.

Long-temps il a été incertain si le muscle considéré en masse, et qui se contracte, augmentait ou diminuait de volume ; Borelli soutenait qu'il y avait augmentation ; Glisson soutenait le contraire, et s'appuyait d'une expérience : il faisait plonger dans un baquet rempli d'eau le bras d'un homme, et croyait apercevoir un abaissement du niveau du liquide au moment où il recommandait à l'homme de contracter ses muscles. Cette expérience, répétée avec plus de précautions par M. Carlisle, a donné un effet opposé; mais on a senti que le mode d'expérimenter était loin de présenter la précision nécessaire, puisqu'on n'y tient pas compte des changemens qui doivent survenir, soit dans la peau, soit dans le tissu cellulaire.

M. Barzoletti a fait l'expérience d'une manière qui ne laisse rien à désirer : il suspend dans un flacon la moitié postérieure d'une grenouille, remplit celui-ci d'eau,

et le ferme avec un bouchon traversé par un tube étroit et gradué ; il fait alors contracter le muscle au moyen du galvanisme, mais dans aucun cas il n'a vu le niveau du liquide changer dans le tube. Il est donc bien positif que le volume des muscles ne change pas par l'effet de leur contraction.

Quand un muscle se contracte, il se raccourcit, se durcit plus ou moins brusquement, et sans qu'il y ait aucune oscillation ni hésitation préparatoire ; il acquiert tout-à-coup une élasticité telle, qu'il devient susceptible de vibrer et de produire des sons. La couleur du muscle ne paraît pas changer dans le moment où il est contracté ; mais il a une certaine tendance à se déplacer, à laquelle résistent les aponévroses.

Tous les phénomènes sensibles de la contraction musculaire se passent dans les muscles ; mais il n'en est pas moins certain qu'ils ne peuvent se développer qu'autant que le cerveau et les nerfs y prennent part.

Comprimez le cerveau d'un animal ou d'un homme, aussitôt il perd la faculté de faire contracter ses muscles ; coupez les nerfs qui se distribuent à un membre, il est à jamais paralysé.

Quels changemens arrivent dans le tissu musculaire durant l'état de contraction ? On l'ignore complètement ; et, sous ce rapport, la contraction musculaire ne se sépare point des actions vitales, dont on ne peut donner aucune explication.

Ce n'est pas qu'on n'ait plusieurs fois tenté d'expliquer non-seulement l'action des muscles, mais aussi celle des nerfs, et même du cerveau dans la contraction musculaire : aucune des hypothèses proposées ne peut être encore adoptée (1).

Au lieu de nous arrêter à de semblables spéculations, toujours faciles à inventer et à réfuter, et qui doivent enfin être bannies de la physiologie, il faut étudier dans la contraction musculaire, 1° l'intensité de la contraction, 2° sa durée, 3° sa vitesse, 4° son étendue.

L'intensité de la contraction musculaire, c'est-à-dire le degré de force avec lequel les fibres se raccourcissent, est réglée par l'action du cerveau ; elle est en général soumise à la volonté, dans des limites variables pour chaque individu. Une organisation particulière des muscles favorise l'intensité des contractions : ce sont des fibres volumineuses, fermes, rouge foncé, présentant des stries transversales. A puissance de volonté égale, elles produiront des effets bien plus forts que des muscles dont les fibres sont fines, lisses et décolorées. Cependant, si avec de semblables fibres se trouve jointe une influence cérébrale très-forte, ou une grande puissance de volonté, la contraction pourra acquérir une intensité remarquable, en sorte que l'influence cérébrale d'une part, et la disposition du tissu musculaire de l'autre, sont les deux élémens de l'intensité de la contraction musculaire.

Il est rare qu'une action cérébrale très-énergique soit réunie chez le même individu avec la disposition des fibres musculaires favorable à l'intensité des contractions ; presque toujours ces deux élémens sont en sens inverse. Quand ils sont réunis, des effets étonnans sont produits. Cette réunion existait probablement chez les athlètes célèbres de l'antiquité, comme elle se fait remarquer de nos jours chez certains bateleurs.

Par la seule influence de l'action du cerveau, la force musculaire peut être portée à un degré extraordinaire : qui ne connaît la force d'un homme en colère, celle des maniaques, celle des personnes qui éprouvent des convulsions, etc.

La durée de la contraction est soumise à la volonté : il ne faut pas cependant qu'elle se prolonge au-delà d'un temps variable selon les individus, car alors on éprouve un sentiment de lassitude d'abord peu marqué, qui va ensuite en croissant jusqu'au

---

(1) Je n'excepte même pas celle où le fluide électrique est considéré comme ayant une certaine influence sur le phénomène ; il résulte d'expériences aussi précises qu'ingénieuses de M. Person, qu'*aucune trace d'électricité* ne se développe durant la contraction musculaire.

point où le muscle refuse de se contracter. La promptitude avec laquelle se développe ce sentiment pénible est en raison de l'intensité de la contraction et de la faiblesse de l'individu.

Pour obvier à cet inconvénient, les divers mouvemens du corps sont calculés de manière que les muscles agissent successivement, la contraction de chacun ne durant pas long-temps : ainsi s'explique pourquoi nous ne pouvons rester long-temps dans la même position; pourquoi une attitude qui nécessite la contraction forte et soutenue d'un petit nombre de muscles ne peut être conservée que peu d'instans.

Le sentiment de fatigue qui suit la contraction musculaire se dissipe par l'inaction, et au bout de quelque temps les muscles récupèrent la faculté de se contracter avec une énergie nouvelle.

Jusqu'à un certain degré, la vitesse des contractions est soumise à l'influence cérébrale : on en a la preuve dans la manière dont nous exerçons nos mouvemens ordinaires; mais, passé ce degré, la vitesse des contractions dépend évidemment de l'habitude. Voyez quelle différence existe, sous le rapport de la rapidité des mouvemens, entre un écolier qui met sa main pour la première fois sur le clavier d'un piano, et ce même écolier lorsqu'il aura quelques années d'exercice.

On observe des différences individuelles très-prononcées par rapport à la vitesse des contractions, soit pour les mouvemens ordinaires, soit pour ceux qui nécessitent un exercice approprié.

Quant à l'étendue des contractions, la volonté la dirige, mais elle doit nécessairement varier avec la longueur des fibres, car des fibres longues ont une étendue de contraction plus considérable que des fibres plus courtes.

D'après ce qui précède, nous voyons qu'en général la volonté a une grande influence sur la contraction des muscles; cependant elle n'y est pas indispensable : dans une foule de circonstances les mouvemens s'exécutent non-seulement sans sa participation, mais aussi malgré elle; on en trouve des exemples remarquables dans les effets de l'habitude, des passions, et des maladies.

Ne confondons point la contraction musculaire, telle que nous venons de la décrire, avec les modifications qu'elle éprouve dans les maladies, telles que les convulsions, les spasmes, le tétanos, les blessures du cerveau, etc.; gardons-nous de même de confondre la contraction qui nous occupe, avec les palpitemens fibrillaires que présentent les muscles quelque temps après la mort. Sans doute ces phénomènes sont curieux à étudier, mais certes ils ne méritaient pas l'importance qu'y ont attachée Haller et ses disciples, et surtout il ne fallait pas les réunir, sous le nom d'*irritabilité*, avec les autres modes de contraction qui se voient dans l'économie animale, et particulièrement avec la contraction musculaire.

Modifications de la contraction musculaire par l'âge.

C'est seulement au commencement du second mois que l'on peut distinguer les muscles de la masse gélatiniforme qui constitue l'embryon; encore à cette époque ne présentent-ils presque aucun des caractères qu'ils ont chez l'adulte. Ils sont d'un gris pâle, légèrement rosé; ils ne reçoivent qu'une petite quantité de sang relativement à celle qu'ils recevront plus tard. Ils croissent et se développent par les progrès de la grossesse, mais ce développement est peu marqué, au point qu'à la naissance ils sont grêles et peu prononcés; exceptons-en cependant ceux qui doivent concourir à la digestion et à la respiration, qui devaient avoir, et qui ont en effet pris un accroissement beaucoup plus marqué.

Pendant l'enfance et la jeunesse la nutrition des muscles s'accélère, mais ils croissent particulièrement en longueur : aussi, chez l'enfant et le jeune homme, les formes sont-elles arrondies, sveltes, agréables : elles sont à peu près semblables chez les jeunes filles. Quand arrive l'âge adulte, les formes changent de nouveau : les

muscles croissent en épaisseur, ils se prononcent fortement sous la peau, augmentent beaucoup de volume; les intervalles qui les séparent n'étant plus remplis par la graisse, il en résulte des saillies et des enfoncemens qui donnent au corps un aspect tout différent de celui de l'adolescent. A cet âge, le tissu du muscle prend plus de consistance; sa couleur rouge se fonce, sa nature chimique même se modifie : car une expérience journalière apprend que le bouillon fait avec la chair de jeunes animaux est d'une saveur, d'une couleur et d'une consistance tout autres que celui qui a été fait avec la chair d'animaux adultes. Il paraît que les muscles de ces derniers contiennent plus de fibrine, d'osmazôme et de partie colorante du sang, par conséquent plus de fer.

La nutrition des muscles décroît sensiblement dans la vieillesse. Ces organes diminuent en volume, pâlissent, deviennent flasques et vacillans, surtout aux membres; la contractilité du tissu est affaiblie, la fibre est devenue coriace et difficile à déchirer : aussi la préparation de la chair musculaire est-elle bien différente dans nos cuisines, si l'animal est jeune, ou s'il est déjà vieux.

La contraction musculaire subit à peu près les mêmes phases que la nutrition des muscles. Faible et à peine marquée chez le fœtus, elle augmente d'activité à la naissance, s'accroît rapidement dans l'enfance et la jeunesse, acquiert son plus haut degré de perfection dans l'âge adulte, et finit par se perdre presque entièrement chez le vieillard décrépit.

DE LA VOIX.

On entend par *voix* le son qui est produit dans le larynx au moment où l'air traverse cet organe, soit pour entrer dans la trachée-artère, soit pour en sortir.

Pour l'intelligence du mécanisme par lequel la voix est produite et modifiée, il est nécessaire que nous disions quelques mots de la manière dont le son se produit, se propage et se modifie dans les instrumens à vent, principalement sur ceux qui ont le plus d'analogie avec l'organe de la voix.

En général, un instrument à vent est formé d'un tuyau droit ou courbe, dans lequel l'air est mis en vibration par des procédés variables.

Les instrumens à vent sont de deux sortes; les uns, nommés *à bouche*, et les autres, *à anche*.

Dans les instrumens à bouche (cor, trompette, trombone, flageolet, flûte, tuyau d'orgue en flûte), c'est la colonne d'air contenue dans le tuyau qui est le corps sonore. Pour qu'elle produise des sons, il faut y exciter des vibrations. Les moyens qu'on emploie à cet effet sont variables, suivant l'espèce d'instrument. La longueur, la largeur, la forme du tube, les ouvertures pratiquées sur ses côtés ou à ses extrémités, la force, et la manière avec laquelle on excite les vibrations, sont les causes qui font varier les sons de cette espèce d'instrument. La nature de la matière qui les forme n'a d'influence que sur le timbre du son. La théorie de ces instrumens lorsque leurs parois sont rigides est entièrement semblable à celle des vibrations longitudinales des cordes (1). Connaissant les conditions physiques dans lesquelles se trouve un semblable instrument, on peut déterminer exactement par le calcul le son qu'il produira; il n'y a d'obscur dans leur théorie que certains points relatifs à leur embouchure, c'est-à-dire à la manière dont on y produit les vibrations. Il n'y a pas de rapport évident, j'espère le démontrer, entre ce genre d'instrument et celui de la voix.

---

(1) Biot, *Traité de Physique expérimentale et mathématique*, liv. II, chap. IX.

Les instrumens à anche sont ceux qu'il nous importe le plus de connaître, car l'organe de la voix est de ce genre, ou du moins s'en rapproche sous plusieurs rapports; malheureusement leur théorie est bien moins parfaite que celle des instrumens à bouche. On doit distinguer dans ce genre d'instrumens (clarinette, hautbois, basson, jeu d'orgue à voix humaine, etc.), l'*anche* et le *corps* ou tuyau : le mécanisme en est essentiellement différent.

Une anche est toujours formée d'une et quelquefois de deux lames minces, susceptibles de se mouvoir rapidement, et dont les vibrations alternatives sont destinées à intercepter et à permettre tour à tour le mouvement d'un courant d'air : c'est pourquoi les sons qu'elles produisent ne suivent pas les même lois que les sons formés par les lames élastiques, libres par un bout, fixes par l'autre, qui excitent immédiatement des ondulations sonores dans l'air libre : dans les instrumens à anche, l'anche seule produit et modifie les sons. Si la lame est longue, les mouvemens sont étendus, lents, et par conséquent les sons graves; une lame courte, au contraire, produit nécessairement des sons aigus, parce que les alternatives de transmission et de pression du courant d'air sont plus rapides L'anche la plus parfaite et celle qui rend les sons les plus agréables est celle qui été inventée ou renouvelée des Chinois par M. Grenier et qui est connue sous le nom d'*anche libre*.

Quand on voudra tirer d'une anche une suite de sons, il faudra faire varier la longueur de la lame : c'est aussi ce que fait le joueur de basson, de clarinette, etc., lorsqu'il produit des sons différens avec ces instrumens. C'est aussi ce que fait le facteur d'orgues par les mouvemens de la *razette*.

Ajoutons cependant, comme circonstance importante, que le ton plus ou moins élevé que produit l'instrument dépend en partie de l'élasticité, du poids, de l'épaisseur, et même de la forme de la languette ou âme, et de l'intensité du courant d'air; car tous ces élémens n'étant plus les mêmes, la longueur étant invariable, le ton change (1).

Une anche ne s'emploie jamais seule; elle s'adapte toujours à un tuyau, à travers lequel passe le vent poussé dans l'anche, et qui, pour cette raison, doit être ouvert par ses deux extrémités. Le tuyau long et rigide n'influe pas sur le ton du son, il n'a d'influence que sur l'intensité, le timbre, et sur la possibilité de faire *parler* l'anche. S'il est formé par des lames membraneuses qui varient d'épaisseur, d'élasticité, de tension, elles peuvent influencer fortement le ton, ainsi qu'il résulte de très-belles expériences de M. Savart; les tuyaux courts modifient surtout l'intensité. Ceux qui déterminent les sons les plus éclatans sont les tuyaux côniques, qui vont en s'évasant vers l'air extérieur. Si le cône est renversé, le son devient sourd; mais si deux cônes pareils, opposés base à base, sont ajustés à un tuyau cônique, le son prend de la rondeur et de la force. Les physiciens ne se rendent point raison de ces modifications (2).

Une colonne d'air qui vibre dans un tuyau ne peut produire qu'un certain nombre de sons déterminés; par une conséquence de ce fait, un tuyau d'anche, lorsqu'il est long, ne transmet aisément que les sons qu'il est apte à produire; aussi faut-il en général établir d'avance un accord entre l'anche et le corps de l'instrument : par conséquent, lorsqu'on veut tirer successivement différens sons d'un même tuyau d'anche, il faut non-seulement modifier la longueur de la lame, mais modifier encore d'une manière correspondante la longueur du tuyau, et c'est à quoi servent les trous percés sur les côtés des clarinettes, des bassons, etc.; en les bouchant ou les ouvrant, on met le tuyau en rapport convenable avec l'anche. Cet accord a d'ailleurs l'avantage de pouvoir amener plus facilement, avec les lèvres, l'anche à donner le

(1) Biot, *loc. cit.*; Savart, *Journal de Physiologie*, t. 5.
(2) Biot, *loc. cit.*

son voulu. Cette influence du tuyau est très-marquée pour ceux qui sont étroits (clarinettes, hautbois); elle est telle même, que l'anche pourrait à peine parler si le tuyau n'était amené à son ton. Dans les très-gros tubes (orgues), les anches vibrent à peu près comme dans l'air contenu dans de semblables tuyaux lorsqu'ils transmettent le son produit par l'anche. On a vu qu'il en est tout autrement pour les instrumens à bouche.

Appareil de la voix.

Puisque le passage de l'air à travers le larynx est une condition absolument nécessaire à la formation de la voix, on devrait compter les organes qui le déterminent au nombre des organes vocaux. Il devrait en être de même pour plusieurs autres parties qui servent à la production ou aux modifications de la voix; mais devant en parler ailleurs, nous n'insisterons ici que sur le larynx, qui doit être considéré comme l'organe de la voix proprement dit.

Placé à la partie antérieure du cou, formant la saillie qu'on y remarque, intermédiaire de la langue et de la trachée-artère, le larynx a un volume qui varie suivant l'âge et le sexe. Proportionnellement plus petit dans l'enfant et la femme, il est plus volumineux chez le jeune homme déjà pubère, et davantage chez l'adulte.

Non-seulement le larynx produit la voix, mais il est encore l'agent de ses principales modifications: c'est pourquoi une connaissance exacte de l'anatomie de cet organe est indispensable si l'on veut parvenir à comprendre le mécanisme de la voix. Faute d'avoir suivi cette méthode, on n'a jusqu'ici donné que des idées imparfaites ou fausses sur ce point intéressant. Ne pouvant entrer ici dans tous les détails de la structure du larynx, nous n'insisterons que sur ceux qui sont les plus nécessaires à connaître, et dont plusieurs sont encore peu connus.

Quatre cartilages et trois fibro-cartilages entrent dans la composition du larynx, et en forment en quelque sorte la charpente ou le squelette. Les cartilages sont, *le cricoïde, le thyroïde*, et les deux *aryténoïdes.* Le thyroïde s'articule avec le cricoïde par l'extrémité de ses cornes inférieures. Dans l'état de vie, le thyroïde est fixe relativement au cricoïde, ce qui est contraire à ce que l'on croit généralement. Chaque cartilage aryténoïde est articulé avec le cricoïde au moyen d'une facette oblongue, et concave transversalement. Le cricoïde présente une facette dont la disposition est analogue à celle de l'aryténoïde, avec cette différence qu'elle est convexe dans le même sens que l'autre est concave. Autour de l'articulation, on trouve une capsule synoviale, serrée en avant et en arrière, lâche au contraire en dedans et en dehors. Devant l'articulation est le ligament thyro-aryténoïdien; derrière est un fort faisceau ligamenteux que l'on pourrait nommer ligament *crico-aryténoïdien*, à cause de ses attaches.

Disposée comme je viens de le dire, l'articulation ne peut permettre que des mouvemens latéraux de l'aryténoïde sur le cricoïde; tout mouvement en avant ou en arrière est impossible, ainsi qu'un certain mouvement de bascule dont on parle dans les livres d'anatomie, mouvement qu'aucun muscle n'est disposé de manière à pouvoir produire. Cette articulation doit être considérée comme un ginglyme latéral simple. Les fibro-cartilages du larynx sont l'*épiglotte*, et deux petits corps que l'on trouve au-dessus du sommet des cartilages aryténoïdes, et que Santorini a nommés *capitula cartilaginum arytenoidarum.*

Un grand nombre de muscles s'attachent médiatement ou immédiatement au larynx: on nomme ces muscles *extrinsèques;* ils sont destinés à mouvoir l'organe en totalité, soit pour l'abaisser ou l'élever, soit pour le porter en avant, en arrière, etc. En outre, le larynx a des muscles dont l'usage est de faire mouvoir, les unes par rapport aux autres, ses diverses parties; ces muscles ont été nommés *intrinsèques:* ce sont 1° les muscles *crico-thyroïdiens*, dont l'usage n'est point, comme on l'a cru

jusqu'ici, d'abaisser le thyroïde sur le cricoïde, mais au contraire d'élever le cricoïde en le rapprochant du thyroïde, ou même en le faisant passer un peu sous son bord inférieur (1); 2° les muscles *crico-aryténoïdiens postérieurs*, et les *crico-aryténoïdiens latéraux*, dont l'usage est de porter en dehors les cartilages aryténoïdes, en les écartant l'un de l'autre; 3° le muscle *aryténoïdien*, qui rapproche et applique l'un contre l'autre les cartilages aryténoïdes; 4° le *thyro-aryténoïdien*, qui est de tous les muscles du larynx le plus important à connaître, puisque c'est lui dont les vibrations produisent le son vocal. Ce muscle forme les lèvres de la glotte, et les parois inférieures, supérieures et latérales des ventricules du larynx; 5° enfin, les muscles de l'épiglotte, qui sont, le *thyro-épiglottique*, l'*aryténo-épiglottique*, et quelques fibres que l'on peut envisager comme le vestige du muscle glosso-épiglottique qui existe dans beaucoup d'animaux : donc la contraction influe sur la position de l'épiglotte.

Le larynx est tapissé à l'intérieur par une membrane muqueuse. Cette membrane, en passant de l'épiglotte aux cartilages aryténoïdes et thyroïdes, forme deux replis, nommés les *ligamens latéraux de l'épiglotte* : elle concourt à former les *ligamens supérieurs et inférieurs de la glotte*. Derrière, et dans le tissu de l'épiglotte, on trouve un grand nombre de follicules muqueux et quelques glandes muqueuses; il existe dans l'épaisseur des ligamens de l'épiglotte un amas de ces corps, qu'on a nommé assez improprement *glande aryténoïdienne*.

Entre l'épiglotte, en arrière, et l'os hyoïde et le cartilage thyroïde en avant, on voit un paquet considérable de tissu cellulaire graisseux très-élastique, et analogue à ceux qui existent aux environs de certaines articulations. On n'a point encore assigné les usages de ce corps : peut-être sert-il à favoriser les glissemens fréquens du cartilage thyroïde sur la face postérieure de l'os hyoïde, et à tenir l'épiglotte écartée supérieurement de cet os, et en même temps à lui fournir un appui très-élastique, qui puisse favoriser les usages que remplit le fibro-cartilage dans la voix ou la déglutition.

Les vaisseaux du larynx n'offrent rien de remarquable. Il n'en est pas de même des nerfs de cet organe; leur distribution mérite d'être examinée avec soin. Ces nerfs sont au nombre de quatre : les laryngés supérieurs, et les récurrens ou laryngés inférieurs.

Le nerf récurrent se distribue aux muscles crico-aryténoïdien postérieur, crico-aryténoïdien latéral, et thyro-aryténoïdien; on ne voit point de ramification de ce nerf qui aille au muscle aryténoïdien, ni au crico-thyroïdien. Le nerf laryngé supérieur, au contraire, est destiné au muscle aryténoïdien, auquel il donne un rameau considérable, et au muscle crico-thyroïdien, auquel il envoie un filet moins remarquable par son volume que par son trajet (2). Dans quelques cas, cependant, ce filet n'existe pas : mais alors la branche externe du nerf laryngé est plus considérable. Le reste des filets du nerf laryngé se distribue aux muscles de l'épiglotte et à la membrane muqueuse qui revêt l'entrée du larynx : aussi cette partie est-elle douée d'une excessive sensibilité.

On appelle *glotte* l'intervalle qui sépare les muscles thyro-aryténoïdiens et les cartilages aryténoïdes. Sur le cadavre, la glotte se présente sous l'apparence d'une fente longitudinale, longue de huit à dix lignes, et large de deux à trois; elle est plus ouverte en arrière qu'en avant, où les deux côtés se rapprochent et finissent par se toucher à l'endroit de leur insertion au cartilage thyroïde.

L'extrémité postérieure de la glotte est formée par le muscle aryténoïdien.

Si l'on rapproche les cartilages aryténoïdes de manière qu'ils se touchent par leur

---

(1) *Voyez* mon *Mémoire sur l'Épiglotte*, an 13.
(1) *Ibid.*

face interne, la glotte est diminuée d'environ un tiers de sa longueur ; elle n'offre plus qu'une fente d'une demi-ligne à une ligne de large, et de cinq à six lignes de long, et à laquelle le nom de *glotte vocale* doit être réservé, car elle seule participe à la production de la voix. Les côtés de cette fente sont nommés les *lèvres de la glotte* ou *rubans vocaux*. Ils présentent un bord tranchant, dirigé en haut et en dedans ; ils sont formés par le muscle thyro-aryténoïdien, et par le ligament du même nom, qui recouvre, comme une aponévrose, le muscle auquel il adhère avec force, et qui, recouvert lui-même par la membrane muqueuse, forme la partie la plus mince ou le *tranchant* de la lèvre. Ce sont ces lèvres de la glotte qui vibrent dans la production de la voix, et qui forment l'*anche vocale* dont la double lame contractile peut affecter durant la vie une multitude de formes, d'épaisseurs, d'élasticités différentes.

Au-dessus des ligamens inférieurs de la glotte sont les ventricules du larynx, dont la cavité est plus spacieuse qu'il ne semble au premier examen, et dont les parois inférieures, externes et supérieures sont formées par le muscle thyro-aryténoïdien, contourné sur lui-même : l'extrémité ou paroi antérieure est formée par le cartilage thyroïde. Au moyen de ces ventricules, les lèvres de la glotte sont isolées par leur côté supérieur et externe.

Au-dessus de l'ouverture des ventricules sont deux membranes qui ont beaucoup d'analogie pour la disposition avec les cordes vocales, et qui forment comme une seconde glotte au-dessus de la première ; ce sont les *ligamens supérieurs de la glotte*. Ils sont formés par le bord supérieur du muscle thyro-aryténoïdien, un peu de tissu cellulaire graisseux, et par la membrane muqueuse du larynx, qui les recouvre avant de pénétrer dans les ventricules.

Telles sont les observations qu'il est facile de faire sur le larynx des cadavres. Je ne crois pas qu'on ait jamais examiné la glotte d'un homme vivant, du moins rien n'a été écrit, à ma connaissance, sur cet objet ; mais examinée sur des animaux vivans, des chiens, par exemple, on voit qu'elle s'agrandit et se rétrécit alternativement : les cartilages aryténoïdes sont portés en dehors dans le moment où l'air pénètre dans les poumons, ils se rapprochent et s'appliquent l'un à l'autre dans l'instant où l'air sort de cette cavité.

Mécanisme de la production de la voix.

Si vous prenez la trachée-artère et le larynx d'un animal ou d'un cadavre, et qu'avec un gros soufflet vous poussiez de l'air dans la trachée, en le dirigeant vers le larynx, aucun son n'est produit, mais seulement un léger bruit, résultat du frottement de l'air contre les parois de la trachée et du larynx, ainsi qu'il arriverait dans tout autre tuyau élastique. L'air passe alors par toute l'étendue de la glotte, dont les lèvres sont écartées et légèrement mises en mouvement par le courant gazeux. Si, continuant de souffler, vous rapprochez les cartilages aryténoïdes de sorte qu'ils se touchent par leur face interne, il se produira tantôt un bruit ronflant désagréable, et tantôt, mais plus rarement, un son qui aura quelque analogie avec la voix de l'animal auquel a appartenu le larynx en expérience. Très-souvent il est impossible d'obtenir ce dernier son.

Le son, quand il est produit, sera plus ou moins aigu ou grave, selon que les cartilages seront pressés l'un contre l'autre avec plus ou moins de force ; il sera d'autant plus intense, que l'on soufflera dans la trachée avec plus de force. On verra facilement dans cette expérience que ce sont les ligamens inférieurs de la glotte qui, en s'écartant et en se rapprochant à la manière des anches libres, produisent le son.

Une ouverture faite à la trachée, au-dessous du larynx, prive l'homme et les

animaux de la voix : celle-ci reparaît si l'on bouche mécaniquement l'ouverture. Je connais un homme qui est dans ce cas depuis nombre d'années ; il ne peut parler s'il ne porte une cravate serrée qui ferme une ouverture fistuleuse du larynx (1). Le résultat est le même lorsque le larynx est ouvert au-dessous des ligamens inférieurs de la glotte.

Au contraire, une blessure existe-t-elle au-dessus de la glotte, intéresse-t-elle l'épiglotte et ses muscles ; les ligamens supérieurs de la glotte et même la partie supérieure des cartilages aryténoïdes sont-ils lésés, la voix persiste. Enfin, la glotte, mise à découvert sur un animal vivant, dans le moment où il crie, laisse aisément apercevoir que sa voix est formée par les oscillations vibratoires des cordes vocales (2).

M. Cagnard-Latour, l'un de nos plus ingénieux physiciens, a fait construire un petit appareil, véritable larynx artificiel, où deux lames minces de gomme élastique, tendues à l'extrémité d'un tube évasé, se touchent par l'un de leurs bords; quand on souffle doucement dans le tube, il se produit un mouvement d'anche semblable à celui du larynx, et conséquemment un son qui a beaucoup d'analogie avec la voix. Mais, ce qu'il aurait été difficile de prévoir, pour que le son soit pur, et qu'il se forme aisément, les lames doivent être inégalement tendues; par exemple, les sons qu'elles rendent isolément sont-ils à la quinte l'un de l'autre, alors le son commun est à la tierce. Si les lames sont légèrement écartées le son ne se produit plus. Nous parlerons encore de cet ingénieux instrument.

En voilà assez, je pense, pour mettre hors de doute que la voix est produite dans la glotte par les mouvemens de ses ligamens inférieurs.

Ce fait une fois bien établi, peut-on, par les principes de la physique, se rendre raison de la formation de la voix? Voici l'expérience qui me paraît la plus probable (3). L'air, chassé du poumon, marche d'abord dans un canal assez large; bientôt ce canal se rétrécit, et l'air est obligé de passer à travers une fente étroite, dont les deux côtés sont des lames vibrantes, qui, de même que les lames des anches, permettent et interceptent tour à tour le passage de l'air, et qui, par ces alternatives, déterminent des ondulations sonores dans le courant d'air transmis.

Mais pourquoi, en soufflant dans la trachée-artère d'un cadavre, le larynx ne produit-il aucun son analogue à la voix humaine? pourquoi la paralysie des muscles intrinsèques de cet organe est-elle suivie de la perte de la voix? enfin, pourquoi faut-il un acte de la volonté pour que nous formions le son vocal? La réponse est facile. Les ligamens de la glotte n'acquièrent la faculté de vibrer, à la manière des lames des anches, qu'autant que les muscles thyro-aryténoïdiens sont en contraction; et par conséquent, dans toutes les circonstances où les muscles ne seront pas contractés, il n'y aura point de voix produite.

Les expériences sur les animaux sont parfaitement d'accord avec ce résultat. Coupez les deux nerfs récurrens, qui, comme nous l'avons dit, se distribuent aux muscles thyro-aryténoïdiens, et la voix est perdue entièrement. N'en coupez qu'un, et la voix ne se perd qu'à moitié.

Cependant, j'ai vu plusieurs animaux dont les deux nerfs récurrens étaient cou-

---

(1) Je viens de voir une femme qui a une fistule aérienne large de deux lignes à la hauteur du cartilage cricoïde; quand elle expire une partie de l'air sort par la fistule avec un faible bruissement, l'autre passe par le larynx et produit la voix.

(2) Nom donné par Ferrein aux lèvres de la glotte.

(3) Tout instrument à anche présente quatre parties distinctes : 1° le réservoir d'air ; 2° le tuyau porte-vent ; 3° l'anche ; 4° le tuyau porte-voix. Ces quatre parties se voient dans l'appareil vocal. Le poumon et les bronches sont le réservoir d'air ; la trachée, le porte-vent ; le larynx, l'anche ; le pharynx, la bouche ; et les cavités nasales, le porte-voix. La similitude est complète.

pés, pousser des cris assez aigus dans des instans où ils éprouvaient une violente douleur. Ces cris avaient beaucoup d'analogie avec les sons qu'on aurait produits mécaniquement avec le larynx de l'animal mort, en soufflant dans la trachée, et en rapprochant les cartilages aryténoïdes : et c'est encore un phénomène qui s'entend aisément pour la distribution des nerfs du larynx. Les récurrens étant coupés, les thyro-aryténoïdiens ne se contractent plus : de là résulte l'*aphonie ;* mais le muscle aryténoïdien, qui reçoit ses nerfs du laryngé supérieur, se contracte, et dans le moment d'une expiration rapide il applique fortement l'un contre l'autre les cartilages aryténoïdes, et la glotte se trouve assez étroite pour que l'air puisse faire entrer en vibration les muscles thyro-aryténoïdiens, bien qu'ils ne soient point contractés (1).

Un des plus savans physiciens de notre époque, mon estimable confrère M. Savart, a combattu, dans un mémoire imprimé tome V de mon *Journal de Physiologie*, la comparaison que j'établis entre le larynx et les anches.

Sa principale objection est la suivante : « Il faudrait, dit-il, pour que l'analogie fût admissible, que le larynx ne pût rendre aucun son, tandis que les ligamens vocaux inférieurs sont écartés l'un de l'autre. » Or, c'est justement ce que prouve l'expérience. Quand on souffle dans un larynx dont les bords de la glotte sont écartés, il ne se produit aucun son vocal; pour obtenir quelque bruit qui s'en rapproche, il faut faire toucher les ligamens vocaux. En outre, observez la glotte d'un chien au moment où il produit la voix, et vous vous convaincrez aussitôt que le son se forme au moment où les lèvres se touchent et s'écartent rapidement. Ajoutons que le contact n'a pas seulement lieu lors de la formation de la voix, mais qu'il existe toutes les fois que l'animal expire, c'est-à-dire chasse l'air de son poumon. Dans les efforts ce contact est même si exact, qu'il s'oppose à toute issue de l'air.

« Une objection assez importante, ajoute M. Savart, qu'on peut faire à ceux qui prétendent que la voix est produite par un mécanisme d'anche, c'est que la qualité du son de la voix humaine est loin d'être semblable à celle du son des anches, quelque perfectionnées qu'on le suppose. Les sons de la voix ont un caractère qu'aucun instrument de musique ne peut imiter, et cela doit être, car ils sont produits par un mécanisme fondé sur des principes qui ne servent de bases à aucun de nos instrumens ».

Je dirai, avec M. Savart, l'art n'a pu jusqu'ici reproduire complètement la voix humaine, et cela doit être, car il n'a pas encore imaginé d'anche dont les languettes pussent revêtir en un instant cent caractères physiques divers, et former cent nuances de ton, de timbre, d'intensité de son ; et pourtant il faut rendre cet hommage aux artistes qui se sont efforcés d'imiter la voix : plusieurs en ont approché, et, ce qui n'est pas indifférent pour la question ici débattue, toujours par l'emploi des anches.

Après avoir cherché à détruire l'analogie que je reconnais entre l'anche et le larynx, M. Savart propose de comparer l'organe de la voix à un petit sifflet dont se servent les chasseurs pour contrefaire la voix de certains oiseaux, espèce de vase hémisphérique de quelques lignes de diamètre, et percé en deux points opposés de deux fentes dans lesquelles on fait passer l'air après avoir placé l'instrument dans la bouche. Le savant physicien appuie son opinion d'une foule de faits, d'expériences, de considérations intéressantes qui ont agrandi, personne n'en peut douter, le champ des connaissances acoustiques; mais je ne puis reconnaître la ressemblance qu'il voudrait établir entre un *réclame* et le larynx, car cet instrument produit le son ses bords étant écartés et immobiles, tandis que la voix est formée les lèvres de la glotte

(1) L'effet de cette contraction est tel qu'il fait périr asphyxiés les jeunes animaux auxquels les nerfs récurrens ont été coupés. (Voyez *Mouvemens de la glotte dans la respiration.*

étant en mouvemens et en contact. Les faits physiologiques que je vais bientôt rapporter confirmeront, s'il était nécessaire, cette réfutation d'une théorie d'ailleurs aussi ingénieuse que savante.

Après s'être ainsi formé dans la glotte, le son vocal s'engage dans le tuyau porte-voix, que représente le pharynx et la bouche, et quelquefois le pharynx et les cavités nasales. Dans ce trajet, la voix subit des modifications plus ou moins prononcées, selon la forme et la longueur du tuyau qu'elle traverse. Ces modifications ne s'éloignent pas de celles qui s'observent dans les instrumens à anche ordinaire; si par exemple le son doit être intense et éclatant, la bouche s'ouvre largement et représente un porte-voix conique favorable, comme chacun sait, à la transmission des sons intenses.

Jusqu'ici l'analogie ou plutôt la similitude entre l'organe de la voix et les instrumens à anche en général est évidente; mais il doit cependant être plus particulièrement rattaché à ceux que le souffle de l'artiste met en jeu. En effet, le vent qui met en vibration des lames de l'anche n'est point de l'air pur et froid comme dans les orgues, mais de l'air mêlé d'acide carbonique et de vapeur d'eau; en outre cet air a une température qui se rapproche de celle du poumon. Or il est connu en physique que la nature du gaz sonore, sa densité, etc., influent sur la qualité des sons; il en est de même du mélange des gaz avec les vapeurs.

Intensité ou volume de la voix.

L'intensité de la voix dépend, comme celle de tous les autres sons, de l'étendue des vibrations (1). Or, plus l'air sortant de la poitrine sera chassé avec force, et plus les vibrations des cordes vocales auront d'étendue; plus les cordes elles-mêmes seront longues, c'est-à-dire plus le larynx sera volumineux, et plus aussi l'étendue des vibrations sera considérable. Une personne vigoureuse, dont la poitrine est large, dont le larynx a de grandes dimensions, présente les conditions les plus avantageuses pour l'intensité de la voix. Que cette même personne tombe malade, que ses forces s'affaiblissent, sa voix perd beaucoup de son intensité, par la seule raison qu'elle ne peut plus chasser l'air avec force de sa poitrine.

Les enfans, les femmes, les eunuques, dont le larynx est proportionnellement plus petit que celui de l'homme adulte, ont aussi naturellement la voix beaucoup moins intense que lui.

Dans la production ordinaire de la voix, elle résulte des mouvemens simultanés des deux côtés de la glotte : si l'un de ces côtés perdait la faculté d'exciter des vibrations dans l'air, la voix perdrait nécessairement, à force d'expiration égale, la moitié de son intensité. On peut s'assurer de ce résultat en coupant un seul nerf récurrent sur un chien, ou en étudiant la voix chez une jeune personne attaquée d'une hémiplégie complète.

Timbre de la voix.

Chaque individu a un timbre de voix particulier, qui le distingue; chaque âge, chaque sexe, ont aussi le leur. Le timbre de la voix présente donc des modifications infinies : de quelles circonstances physiques dépendent-elles? on l'ignore. Pourtant le

---

(1) Probablement que l'intensité du son tient à d'autres causes qu'à l'étendue des vibrations; il doit en être de même pour l'intensité de la voix.

timbre féminin, qui se retrouve dans les enfans, dans les eunuques, coïncide assez généralement avec l'état cartilagineux des cartilages du larynx et le peu de volume de cet organe. La voix masculine paraît au contraire liée avec l'état osseux de ces mêmes cartilages, et surtout du thyroïde et des dimensions plus fortes de la glotte et du larynx.

Rappelons ici que le timbre est une modification du son, dont les physiciens sont loin de se rendre raison.

Des différens tons, ou de l'étendue de la voix.

Les sons que peut produire le larynx de l'homme sont extrêmement nombreux. Plusieurs auteurs célèbres ont cherché à en expliquer la formation; mais ce qu'ils ont donné comme des explications étaient plutôt de simples comparaisons. Ainsi, Ferrein voulait que les ligamens de la glotte fussent des cordes, et il expliquait les divers tons de la voix par les degrés différens de tension dont il pensait qu'elles étaient susceptibles; d'autres ont comparé le larynx à un instrument à vent, aux lèvres du donneur de cor, aux mêmes parties dans l'action de siffler.

Ces explications pêchent par la base, car elles ne sont fondées que sur la considération superficielle du larynx du cadavre, tandis qu'elles devraient avoir eu pour fondement l'étude approfondie de l'anatomie du larynx, et l'examen attentif de cet organe dans l'état de vie : j'ai tâché de suppléer à cette lacune, et voici les résultats que j'ai obtenus :

J'ai mis sur un chien la glotte à découvert, par une incision entre le cartilage thyroïde et l'os hyoïde, et j'ai vu que lorsque les sons sont graves, les ligamens de la glotte vibrent dans toute leur longueur, et que l'air expiré sort par toute l'étendue de la fente qui résulte du contact des deux lèvres de la glotte (1).

Dans les sons plus aigus, les ligamens ne vibrent plus par leur partie antérieure, mais seulement par leur partie postérieure, et l'air ne sort plus que par la portion de glotte qui vibre : cette ouverture se trouve par conséquent diminuée.

Enfin, quand les sons deviennent très-aigus, les ligamens ne présentent plus de vibrations qu'à leur extrémité aryténoïdienne, et l'air expiré ne sort plus, si ce n'est par cette portion de la glotte qui n'a pas plus de deux lignes d'étendue. Il paraît que le terme de l'acuité des sons arrive, parce que la glotte se ferme entièrement, et que l'air ne peut plus sortir à travers le larynx, expérience qu'il est facile à chacun de faire sur lui-même.

Le muscle aryténoïdien, ayant principalement pour usage de fermer la glotte par son extrémité postérieure, devait être l'agent principal de la production des sons aigus. J'ai voulu savoir quel effet aurait sur la voix la section des deux nerfs laryngés qui donnent le mouvement à ce muscle, et j'ai reconnu que dans ce cas la voix de l'animal perd presque tous ses tons aigus; en outre, elle acquiert une gravité habituelle qu'elle n'avait point auparavant.

L'analogie de structure est trop marquée entre le larynx de l'homme et celui du chien, pour qu'on ne puisse pas croire que les mêmes phénomènes se passent chez le premier. Une circonstance doit avoir une certaine influence sur les tons de la voix, c'est la contraction des muscles thyro-aryténoïdiens. Plus ces muscles se contracteront avec force, et plus leur élasticité s'accroîtra, et plus ils deviendront susceptibles de vibrer rapidement et de produire des sons aigus; moins ils seront contractés,

---

(1) Je ne comprends pas dans la glotte l'intervalle qui existe entre les cartilages aryténoïdes qui, pendant la phonation, sont exactement appliqués l'un contre l'autre et ne laissent pas passer l'air expiré.

et plus ils produiront aisément les sons graves. On peut aussi présumer que la contraction de ces muscles concourt puissamment à fermer en partie la glotte, particulièrement dans sa moitié antérieure.

Le larynx artificiel de M. C. Latour démontre physiquement les deux phénomènes physiologiques dont je viens de parler à l'occasion des différens tons de la voix. Si vous soufflez dans le tube, les lames élastiques vibrent dans toute leur longueur : le son est alors grave; si vous raccourcissez les lames, le son devient d'autant plus aigu qu'elles sont plus courtes. Cependant dès qu'elles sont réduites à quatre lignes, le plus souvent il n'y a plus de son, tandis que sur des larynx vivans j'ai vu le son se former dans une fente de deux lignes au plus. Quoi qu'il en soit, comme dans le larynx, plus la fente par laquelle s'échappe l'air est courte, plus le son est aigu. Le second phénomène, qui se rattache à la tension des ligamens vocaux, est facile à voir sur le même instrument; car, en variant les tensions des lames, on fait monter ou descendre le ton.

Le larynx représente donc une anche à double lame, dont les tons sont d'autant plus aigus que les lames sont plus raccourcies, et d'autant plus graves qu'elles sont plus longues. Mais, quoique cette analogie soit juste, il n'en faudrait cependant pas conclure une identité complète. En effet, les anches ordinaires sont composées de lames rectangulaires, fixées par un côté et libres par les trois autres, au lieu que dans le larynx les lames vibrantes, qui sont aussi à peu près rectangulaires, sont fixes par trois côtés et libres par un seul. En outre, on fait monter ou descendre les tons des anches ordinaires en variant leur longueur : dans les lames du larynx, c'est la largeur qui varie. Enfin, jamais dans les instrumens de musique on n'a employé d'anches dont les lames mobiles pussent varier à chaque instant d'épaisseur et d'élasticité, comme il arrive pour les ligamens de la glotte : en sorte que l'on conçoit bien, par aperçu, que le larynx peut produire la voix et en varier les tons à la manière des anches, mais sans pouvoir toutefois assigner rigoureusement toutes les particularités de son mode d'action.

On a cru jusqu'ici que le tube qui apporte le vent à l'anche, ou le *porte-vent*, n'avait aucune influence sur la nature du son produit : M. Biot rapporte une observation de M. Grenié, qui prouve le contraire. Il n'est donc pas impossible que l'alongement ou le raccourcissement de la trachée, qui fait, relativement au larynx, l'office de porte-vent, ait une influence sur la production de la voix et sur ses différens tons.

Nous venons d'examiner l'anche de l'organe de la voix, il faut considérer maintenant le tuyau que le son vocal traverse après avoir été produit. Or, en procédant de bas en haut, le tuyau se compose : 1° de l'intervalle compris entre l'épiglotte en avant, ses ligamens latéraux sur les côtés, et de la paroi postérieure du pharynx; 2° du pharynx en arrière et latéralement, et de la partie la plus postérieure de la base de la langue en avant; 3° tantôt la bouche, tantôt les cavités nasales, et quelquefois les deux cavités ensemble.

Ce tuyau pouvant s'alonger et se raccourcir, devenir plus large ou se rétrécir, revêtir enfin une infinité de formes différentes, remplit à merveille les fonctions de corps d'instrument à anche, c'est-à-dire qu'il se met rapidement en harmonie avec le *larynx-anche*, favorise ainsi la production des tons nombreux dont se compose la voix, accroît l'intensité du son vocal en affectant une forme cônique, évasée vers le dehors, donne de la rondeur et de l'agrément au son, en disposant convenablement son ouverture extérieure, ou bien l'étouffe presque entièrement, etc.

Jusqu'à ce que la physique ait déterminé avec précision l'influence du tuyau des instrumens à anche, il est clair que la physiologie ne pourra se livrer qu'à des conjectures touchant l'influence du tuyau de l'organe de la voix. Nous ne ferons à cet égard qu'un petit nombre d'observations, qui portent sur les phénomènes les plus apparens.

A. Le larynx s'élève dans la production des sons aigus, il s'abaisse au contraire

dans celle des sons graves; par conséquent le tuyau vocal est raccourci dans le premier cas et alongé dans le second. En effet, un tuyau court est favorable pour transmettre des sons aigus, tandis qu'un plus long l'est davantage pour des sons graves. En même temps que le tuyau change de longueur, il change aussi de largeur; et cette circonstance est remarquable, car nous avons vu plus haut que la largeur du tuyau influe sur sa facilité de transmettre les sons.

Quand le larynx descend, c'est-à-dire quand le tuyau vocal s'alonge, le cartilage thyroïde s'abaisse et s'éloigne de l'os hyoïde de toute la hauteur de la membrane thyro-hyoïdienne. Par cet écartement, la glande épiglottique est portée en avant, et vient se loger dans la concavité de la face postérieure de l'os hyoïde; cette glande entraîne nécessairement après elle l'épiglotte : d'où il résulte un élargissement considérable de la partie inférieure du tuyau vocal.

Le phénomène opposé arrive lorsque le larynx s'élève. Alors le cartilage thyroïde monte derrière l'os hyoïde (1) en déplaçant et poussant en arrière la glande épiglottique; celle-ci pousse à son tour l'épiglotte, et le tuyau vocal se trouve de beaucoup rétréci. En simulant ce mouvement sur le cadavre, il est facile de s'assurer que le rétrécissement peut aller jusqu'aux cinq sixièmes de largeur du tuyau. Or, c'est un tuyau large qui s'adapte à une anche pour les sons graves; c'est, au contraire, un tuyau étroit qui est le plus souvent employé pour transmettre des sons aigus. On peut donc, jusqu'à un certain point, se rendre raison de l'utilité des changemens de largeur qu'éprouve le tuyau vocal dans sa partie inférieure.

B. La présence des ventricules du larynx immédiatement au-dessus des ligamens inférieurs de la glotte, paraît avoir pour utilité d'isoler ces ligamens, de manière qu'ils vibrent librement dans l'air. Quand il s'introduit des corps étrangers dans les ventricules, ou quand il s'y forme des mucosités ou une fausse membrane, la voix est ordinairement éteinte ou très-affaiblie. Cependant ces cavités ne sont pas indispensables à la production de la voix. Plusieurs animaux dont le son vocal est très-intense en sont dépourvus; de plus, on peut les détruire sur un chien, comme l'a fait Bichat, sans que la voix cesse de se produire. Cette expérience, que j'ai plusieurs fois répétée, ne permet aucun rapprochement entre le larynx et les instrumens en flûte.

C. En raison de sa forme, de sa position au-dessus de la glotte, de son élasticité, des mouvemens que lui impriment ses muscles, l'épiglotte paraît appartenir essentiellement à l'appareil de la voix; mais quels sont ses usages? Nous avons déjà vu qu'elle contribue puissamment à rétrécir le tuyau vocal; on peut croire qu'elle a une fonction plus importante.

M. Grenié, qui vient de faire subir aux anches une modification si ingénieuse et si utile, n'est pas parvenu tout d'un coup au résultat qu'il a enfin obtenu; il a dû passer par une série d'effets intermédiaires. A une certaine époque de son travail, il voulait augmenter l'intensité d'un même son sans rien changer à l'anche; pour y réussir, il était obligé d'augmenter graduellement la rapidité du courant d'air; mais cette augmentation, en rendant les sons plus forts, les faisait monter; pour remédier à cet inconvénient, M. Grenié ne trouva d'autre moyen que de placer obliquement dans le tuyau, immédiatement au-dessus de l'anche, une languette souple, élastique, telle à peu près que nous voyons l'épiglotte au-dessus de la glotte : d'où l'on pourrait conclure que l'épiglotte concourt à donner à l'homme la faculté d'enfler le son vocal sans que celui-ci monte.

D. L'intensité de la voix est visiblement influencée par le tuyau vocal. Les sons les plus intenses que la voix puisse produire, nécessitent que la bouche soit largement ouverte, la langue un peu retirée en arrière, le voile du palais soulevé, hori-

---

(1) Les muscles thyro-hyoïdiens paraissent plus particulièrement destinés à produire le mouvement par lequel le cartilage thyroïde passe derrière l'os hyoïde.

zontal, et sensiblement élastique, fermant toute communication avec les fosses nasales. Dans ce cas, le pharynx et la bouche font évidemment l'office d'un porte-voix, c'est-à-dire qu'ils représentent assez exactement un tuyau d'anche, qui va en s'évasant vers l'air extérieur, dont l'effet est d'augmenter l'intensité du son produit par l'anche. Si la bouche est en partie fermée, les lèvres portées en avant, et plus ou moins rapprochées, le son pourra acquérir de la rondeur, un timbre agréable, mais il perdra de son intensité : résultat qui s'explique aisément d'après ce qui a été dit de l'influence de la forme des tuyaux dans les instrumens à anche.

Par les mêmes raisons, toutes les fois que le son vocal passera par les fosses nasales, il deviendra sourd, car la forme de ses cavités est bien propre à diminuer l'intensité des sons et à les altérer d'une manière désagréable.

E. La bouche et le nez étant fermés, et ne permettant plus le passage de l'air expiré, le son vocal se forme encore dans le larynx, mais il ne peut se soutenir long-temps; ses limites sont fixées par la petite quantité d'air qui peut être contenue dans la bouche, et les cavités nasales ; dès que ces cavités en sont remplies et distendues, le son vocal cesse de pouvoir être produit. Dans tous les cas, le son est faible et étouffé, et cela se comprend aisément, puisqu'il ne peut arriver à l'oreille que par l'intermédiaire des parois de la bouche et du nez.

F. Il résulte d'observations récentes de M. le docteur Bennati, que le voile du palais et la luette éprouvent des modifications remarquables dans la production des sons aigus et graves. Dans la formation de ces derniers, le voile est horizontal, large et tendu, la luette pendante et verticale. A mesure que les sons s'élèvent le voile s'abaisse par la partie postérieure; la cavité du pharynx se rétrécit, et la luette diminue de longueur ; enfin, dans les sons les plus aigus, le voile du palais se rétrécit encore et la luette disparaît complètement. M. Bennati attache une telle importance à ces dernières modifications du tuyau vocal, qu'il nomme les sons aigus *sus-laryngiens*, voulant indiquer par cette épithète que le pharynx, le voile, etc., ont la plus grande part dans leur production. Nous ne pouvons partager cette opinion; nous nous plaisons à rendre justice au mérite des observations du savant italien, mais nous n'y voyons jusqu'ici que des phénomènes coïncidant avec la production des sons aigus ou graves, et rien qui se rattache à la théorie physique de la voix.

G. On a vu, à l'occasion de la production de la voix, qu'un grand nombre de modifications relatives au timbre naissent par les changemens d'épaisseur, d'élasticité, qui arrivent aux lèvres de la glotte. Le tuyau peut en produire une foule d'autres, selon ses divers degrés de longueur ou de largeur; selon sa forme, la tension plus ou moins grande de ses parois, la position de la langue, celle du voile du palais; selon que le son passe en tout ou en partie par la bouche ou par les fosses nasales, ou bien par ces deux cavités à la fois; la disposition individuelle de la bouche ou du nez ; l'existence ou la non-existence des dents; leur arrangement plus ou moins régulier, la concavité plus ou moins profonde de la voûte palatine; le volume de la langue, etc. ; selon toutes ces circonstances, dis-je, le timbre de la voix est continuellement modifié. Chaque fois, par exemple, que le son traverse les fosses nasales, le son vocal devient désagréable, *nasillard*.

H. Les ondes sonores, développées par les mouvemens de l'anche laryngienne, se transmettent non-seulement à la colonne d'air qui traverse le pharynx et la bouche, mais elles s'étendent à l'air contenu dans les cavités nasales par l'intermédiaire du palais membraneux et osseux; elles se propagent aussi en sens inverse dans la masse gazeuse qui remplit la poitrine ou plus exactement les poumons; il en résulte des résonnances qui modifient le timbre et même l'intensité la voix.

La résonnance qui a lieu dans la poitrine est aujourd'hui l'un des phénomènes de physique vitale dont l'étude importe le plus aux médecins, par les nombreuses modifications qu'il subit dans les maladies.

I. Indépendamment des nombreuses modifications que le tuyau de l'organe vocal

détermine dans l'intensité et le timbre de la voix, en permettant ou en interceptant alternativement sa production, il produit encore un genre de modification très-important : par ce moyen, le son vocal est partagé en petites portions, qui chacune ont un caractère distinct, parce que chacune d'elles est produite par un mouvement particulier du tuyau. Cette espèce d'influence du tuyau vocal est ce qu'on nomme *la faculté d'articuler,* qui offre un nombre infini de différences individuelles en rapport avec l'organisation propre du tuyau vocal.

Jusqu'ici nous avons traité de la voix humaine d'une manière générale, nous allons actuellement parler de ses principales divisions, savoir : *le cri,* ou *voix native; la voix proprement dite*, ou *voix acquise ; la parole ,* ou *la voix articulée ; le chant,* ou *la voix appréciable.*

Du cri ou voix native.

Le cri est un son souvent appréciable qui, comme tous les sons produits par le larynx, est susceptible de varier de ton, d'intensité et de timbre.

Le cri se distingue aisément de tous les autres sons vocaux; mais comme son caractère principal tient au timbre, il est impossible de se rendre physiquement raison de la différence qui existe entre ceux-ci et le cri.

Quelle que soit la condition dans laquelle se trouve l'homme, quel que soit son âge, il peut crier. L'enfant naissant, l'idiot, l'homme sauvage, le sourd de naissance, l'homme civilisé, le vieillard décrépit, peuvent pousser des cris. Le cri est donc étroitement lié à l'organisation; pour s'en convaincre davantage il suffit d'examiner quels sont ses usages.

Par le cri, nous exprimons les sensations vives, agréables ou douloureuses. Il y a des cris de joie, il y a des cris de douleur. Par le même langage nous faisons connaître nos besoins instinctifs les plus simples ainsi que les passions naturelles. La fureur, la crainte, l'effroi, s'expriment par des cris, etc.

Les besoins sociaux et les passions sociales, n'étant pas une suite indispensable de l'organisation, et nécessitant pour se développer l'état de civilisation, n'ont point de cris qui leur soient propres.

Le cri comprend ordinairement les sons les plus intenses que l'organe de la voix puisse former; le plus souvent son timbre a quelque chose qui blesse l'oreille et qui agit fortement sur ceux qui sont à portée de l'entendre.

Au moyen du cri s'établissent des rapports importans entre l'homme et ses semblables.

Le cri de joie dispose à la joie, le cri de douleur excite la pitié, le cri qu'arrache la terreur porte au loin l'épouvante, etc. Cette espèce de langage existe chez la plupart des animaux ; c'est presque le seul qui leur soit départi : le chant des oiseaux doit être considéré comme une modification de leur cri.

De la voix proprement dite ou acquise.

Dans l'état le plus ordinaire de l'homme, c'est-à-dire lorsqu'il vit en société, et qu'il est doué de l'ouïe, il reconnaît, dès sa plus tendre enfance, que ses semblables produisent des sons qui ne sont pas des cris; il a bientôt fait la remarque qu'il peut en former d'analogues avec son larynx, et dès ce moment se développe en lui, par l'effet de l'imitation et des avantages qu'il y trouve, ce qu'on nomme la *voix acquise ou sociale.* Un enfant sourd ne fait aucune de ces remarques ; aussi ne saurait-il de lui-même *acquérir* cette espèce de son vocal.

La voix parlée ne paraît différer du cri que par l'intensité et le timbre, car elle est de même formée de sons dont l'oreille ne distingue pas nettement les intervalles.

Puisque la voix est la conséquence de l'audition et d'un travail intellectuel, elle ne peut se développer si les circonstances qui la produisent n'existent point. En effet, les enfans sourds de naissance, qui n'ont pu prendre aucune idée du son, les idiots, qui n'établissent point de rapport entre les sons qu'ils perçoivent et ceux que leur larynx peut produire, n'ont point de voix, quoique l'appareil vocal des uns et des autres soit apte à former et à modifier les sons, aussi bien que celui des hommes nés avec toutes leurs facultés.

Par la même raison, les individus que nous nommons assez improprement *sauvages*, parce qu'ils ont été trouvés errans depuis leur enfance dans les forêts, sont toujours dépourvus de voix, l'intelligence ne se développant pas dans l'état d'isolement, et nécessitant la vie sociale.

Le timbre, l'intensité, le ton de la voix acquise, sont susceptibles de nombreuses modifications de la part du larynx ; de plus, le tuyau vocal exerce sur la voix une puissante influence : la parole et le chant ne sont que des modifications de la voix sociale.

Il est très-difficile, peut-être même impossible, de dire comment l'homme est parvenu à représenter ses actes intellectuels par des modifications de la voix, comment il est arrivé à la composition des langues, et surtout comment il a composé l'alphabet. Ces connaissances seraient sans contredit curieuses et utiles, mais elles ne sont pas indispensables, et d'ailleurs elles ne sont pas du ressort de la physiologie : le mécanisme seul du langage doit nous occuper.

Une langue se compose de mots, et les mots sont les signes des idées; mais les mots eux-mêmes sont formés par les lettres ou les sons de l'alphabet, qui pour la plupart sont des modifications de la voix.

Les grammairiens distinguent les lettres en *voyelles* et en *consonnes;* cette distinction ne peut satisfaire le physiologiste.

Les lettres doivent être distinguées en celles qui sont de véritables sons vocaux directement modifiés par le tuyau porte-voix, et en lettres qui sont formées principalement sous l'influence du tuyau vocal, ces dernières n'ont d'existence réelle qu'en s'alliant aux premières.

Les lettres qui appartiennent à la voix sont, pour les langues d'Europe, *a* très-ouvert, anglais (hall); *â* français (hâle); *a, è, é, e* muet français; *i, o,* ouvert, italien; *o, eu, u,* français; *u* italien. Chacune de ces lettres peut éprouver deux modifications, qu'on exprime en disant qu'elle est longue ou brève : ce sont les voyelles des grammairiens.

Les lettres telles que le *b* et le *p* (*labiales*); le *d* et le *t* (*dentales*) ; *l*, (*palatale*); *g* et *k* ; (*gutturales*); *m* et *n* (*nasales*), supposent que le canal vocal est fermé, et que ses diverses parties affectent pour chaque lettre une position spéciale. La lettre se produit au moment où le canal s'ouvre et ou le son vocal se forme.

L'existence de ces dernières lettres est donc instantanée.

Les autres lettres ou articulations sont le *f* et le *v*, les deux sons du *th* anglais, l'*s* et le *z*, le *ch*, le *j*, l'*r*, l'*h*, et l'*x* espagnol, ou le *χ* des Grecs.

Ces lettres ont pour caractère d'être produites par le frottement de l'air expiré contre les parois du pharynx ou de la bouche, dont la configuration varie suivant l'espèce de lettre. Elles sont par conséquent indépendantes de la voix, et peuvent être prolongées autant que dure la sortie de l'air des poumons; mais elles n'acquièrent cependant toute leur valeur qu'en se joignant à un son vocal.

Chaque lettre, voyelle ou articulation, est produite par une disposition ou un mouvement particulier du tuyau vocal ; mais pour les unes, c'est la langue qui est l'agent principal de leur formation; pour les autres, ce sont les dents : pour celles-ci, ce sont les lèvres; pour celles-là, le son de la voix doit traverser les fosses nasales, etc. C'est en étudiant avec attention le mécanisme de la production des lettres que se sont perfectionnées les méthodes d'enseignement de la lecture, et particulièrement celle de M. Laffore d'Agen. (Voyez mon *Journal de Physiologie*, t. IX.)

La prononciation nécessite donc une bonne conformation du tuyau vocal. Présente-t-il quelque déformation, quelque lésion, une perforation de la voûte ou du voile du palais par exemple; les dents manquent-elles; la langue est-elle gonflée ou paralysée; les amygdales sont-elles tuméfiées, etc., etc., la faculté d'articuler présente des altérations, et peut même devenir impossible.

Le simple bruit sourd que fait l'air en traversant le larynx peut suffire à la prononciation, comme il arrive quand on parle très-bas. Les personnes qui ont complètement perdu la voix prononcent encore assez distinctement pour se faire entendre même à une certaine distance.

Nous devons à M. Deleau une expérience curieuse : au moyen d'un tube recourbé introduit par une narine jusque dans l'arrière-bouche, il y fait arriver un courant d'air qui part d'un réservoir, où le fluide est condensé. Ce courant gazeux, en parcourant le tube élastique, frotte et développe un léger bruit qui, traversant le tuyau vocal, à l'instar de la voix, peut y être articulé et servir à un langage d'autant plus singulier qu'il se forme en même temps que la parole ordinaire. Dans ce cas, la personne soumise à l'expérience forme simultanément deux paroles qui, articulées au même instant et de la même manière, produisent sur les spectateurs une impression des plus étranges.

Il y a quelque analogie entre cette expérience et l'observation d'un forçat du bagne à Toulon, dont la glotte était oblitérée à la suite d'un suicide, et qui respirait par une ouverture fistuleuse de la trachée.

Cet homme, qui ne pouvait produire aucun son par son larynx, puisque l'air ne traversait plus cet organe, était parvenu à former dans l'arrière-bouche un petit réservoir d'air avec lequel il trouvait moyen de produire un certain bruit; ce bruit, soumis ensuite aux organes de la prononciation, devenait bientôt une espèce de parole très-limitée, il est vrai, mais qui suffisait cependant pour que le malheureux forçat parvînt à faire connaître ses principaux besoins.

En combinant les lettres diversement et en nombre variable, on forme des sons plus ou moins composés, qui sont des mots. La formation des mots est différente suivant les langues. Dans celles du Nord, les consonnes sont accumulées, sans que ce soit la véritable raison pour laquelle elles sont rudes à l'oreille et difficiles à prononcer; dans les langues du Midi, les voyelles sont employées en plus grand nombre; elles sont en général douces et harmonieuses.

Ce n'est point un son toujours le même qui sert de fondement à la prononciation : la voix articulée s'élève, baisse, varie d'intensité, de timbre, d'une manière différente suivant chaque espèce de langue. Le mode de ces variations constitue l'*accent* ou la prononciation propre à chaque pays.

Articuler, prononcer, n'est point *parler.* Un oiseau prononce des mots, des phrases même, mais il ne parle point : l'homme seul est doué de la *parole,* qui est le plus puissant moyen d'expression de l'intelligence; lui seul attache un sens aux mots qu'il prononce et à l'arrangement qu'il leur donne : il n'aura donc point de parole s'il n'a point d'intelligence. En effet, la plupart des idiots ne parlent point (1) : ils articulent vaguement des sons, qui n'ont et ne peuvent avoir aucune signification.

Du chant.

La voix du chant diffère des autres sons produits par le larynx, en ce qu'elle est formée par des sons dont l'oreille distingue aisément les intervalles, et dont on peut

---

(1) Pinel, *Traité de la Manie*, page 167.

prendre l'unisson. Ces caractères n'existent ni pour le *cri* ni pour la *voix parlée*, dont les intervalles sont, en général, inappréciables.

Dodart a avancé que, dans la production du chant, le larynx éprouvait un mouvement de balancement ou d'oscillation de bas en haut; mais l'observation ne confirme point son assertion. Nous ignorons quelles sont les conditions où se trouvent les ligamens de la glotte ainsi que l'appareil vocal quand ils deviennent propres à former des sons appréciables.

Quant à chaque ton du chant, pris isolément, il ne diffère physiquement de la voix parlée que par sa portée. La véritable différence entre le chant et les autres sons vocaux se trouve dans la régularité et l'harmonie des intervalles.

Un chanteur vulgaire a, entre le son le plus bas et le son le plus aigu, environ neuf tons; les belles voix sont plus étendues, cependant elles ne dépassent guère deux octaves en sons bien justes et bien pleins.

Enfin, il a existé et il existe encore des virtuoses célèbres, si heureusement organisés, qu'ils peuvent parcourir plus de trois octaves; leur organe vocal représente presque toute l'étendue possible de la voix humaine. Mais ces exemples sont des exceptions que la nature ne crée que rarement.

Il y a deux sortes de voix, les *graves* et les *aiguës* : la différence des unes aux autres est d'environ une octave.

En général, les voix graves appartiennent aux hommes faits; cependant ceux dont la voix est la plus grave peuvent former des sons aigus en prenant le *fausset* ou *faucet* (voix de la gorge).

Les voix aiguës sont celles des femmes, des enfans et des eunuques.

En ajoutant tous les tons d'une voix aiguë à ceux d'une voix grave, on a une étendue d'à peu près trois octaves et demie.

La suite des sons chantés se compose de deux espèces distinctes de sons : les graves et du médium, qui se font et se soutiennent sans efforts, et les sons aigus, qui, en général, entraînent une contraction plus ou moins fatigante soit du larynx, soit des muscles du tuyau vocal, et particulièrement du pharynx, du voile du palais et de la langue.

Ces deux espèces de sons diffèrent au point, quant à leur caractère physique, qu'ils semblent produits par des instrumens dissemblables : les premiers sont nommés notes de *poitrine*, sons du *premier registre*; les seconds, *voix de tête*, *fausset*, sons du *second registre*. M. le docteur Bennati, dont j'ai déjà parlé, a proposé récemment de qualifier les premiers sons *laryngiens*, et les seconds sons *sus-laryngiens*. Je n'approuve pas complètement ces dénominations, car elles pourraient induire en erreur et faire croire que les seules notes graves et du médium sont formées par le larynx, et que les notes aigües sont produites par les parties placées au-dessus du larynx, tandis que tous les sons de la voix résultent également de l'instrument vocal entier; seulement, comme tous les instrumens à vent, il est autrement disposé quand il produit les sons aigus ou quand il rend les sons graves.

Il est certain, toutefois, qu'au moment où un chanteur passe du premier registre au second il se fait un mouvement et un changement très-remarquable dans le larynx, dans l'arrière-bouche et dans la position de la langue. Ce qui a lieu à la glotte nous est inconnu; nous n'en sommes avertis que par le sentiment particulier de fatigue que nous éprouvons bientôt. Quant à ce qui arrive au pharynx, au voile du palais et à la langue, il est visible que tous les muscles de ces parties sont dans une très-grande activité, variable selon les individus, mais qui a en général pour effet de rétrécir le gosier, de tendre le voile du palais, d'élever la langue en la rendant concave, et d'effacer la luette. Mais l'étude la plus attentive de ces phénomènes ne nous apprend rien sur la nature physique des sons de fausset. Ce point de physique physiologique si curieux est encore tout entier à examiner. Je dirai cependant qu'en faisant des essais avec le larynx artificiel de M. C. Latour, il m'est arrivé plusieurs fois, en tendant fortement les lames de gomme élastique, de faire sortir des sons qui

étaient aux sons ordinaires de l'instrument à peu de chose près ce qu'est le fausset aux sons de poitrine; ce qui semblerait indiquer, et ce qui est d'ailleurs probable, que le larynx est le principal agent de la formation du son, les autres parties du tuyau n'étant qu'accessoires plus ou moins indispensables.

Ajoutons que les femmes, les enfans, les eunuques, dont la voix se compose presque entièrement de sons du second registre, et qui font peu d'efforts pour les produire, ont le larynx moins volumineux que l'homme adulte, et que cet organe est entièrement cartilagineux.

Les sons graves, qui sont formés par une longue glotte et qui nécessitent par conséquent une plus grande dépense d'air expiré, ne peuvent être soutenus aussi long-temps que les sons aigus, qui, produits par une glotte étroite presque fermée, ne demandent qu'un écoulement d'air beaucoup moins considérable; la différence sous ce rapport peut être de un à trois.

C'est pour la même raison que nous soutenons bien moins long-temps un son intense qu'un son faible; aussi savoir ménager l'haleine est-il une partie importante de l'art du chanteur; plus sa poitrine sera spacieuse, plus elle contiendra d'air, et plus facilement il lui sera permis de produire ces effets qui nous étonnent et nous ravissent.

Mais les différences qui existent entre les diverses espèces de voix ne portent pas toutes sur l'étendue et la durée des sons. Il y a des voix *fortes*, dont les sons sont forts et bruyans, des voix *douces*, dont les sons sont doux et flûtés: de *belles voix*, dont les sons sont pleins et harmonieux; des voix *justes*. Il y a des voix *fausses*; il y a des voix *flexibles*, *légères*; il en est de *dures* et *pesantes*. Il y en a dont les beaux sons sont irrégulièrement distribués : aux unes, dans le bas; aux autres, dans le haut; à d'autres, dans le médium, etc. (1). Ni la physiologie ni la physique ne rendent encore raison de ces diverses qualités de voix.

De même que la voix et la parole, le chant est un effet de l'état de société; il suppose l'existence de l'ouïe et de l'intelligence. Il est en général employé à peindre les besoins instinctifs, les passions, les divers états de l'esprit. La joie, la tristesse, l'amour heureux ou malheureux, excitent des chants divers.

Le chant peut être articulé. Alors, au lieu d'exprimer simplement des sentimens, il devient un moyen d'expression de la plupart des actes de l'intelligence, mais particulièrement de ceux qui sont liés avec les passions *sociales*.

La déclamation est une espèce particulière de chant; les intervalles des tons n'y sont pas entièrement harmoniques, et les tons eux-mêmes ne sont pas complètement appréciables. Il paraît que chez les anciens la déclamation différait beaucoup moins du chant que chez les modernes : elle avait probablement de l'analogie avec ce que nous nommons le *récitatif* dans nos opéras.

Les langues méridionales, qui sont très-accentuées, c'est-à-dire qui varient beaucoup en tons dans la simple prononciation, sont très-propres à être chantées.

Toutes les modifications de la voix, que nous venons d'étudier, sont produites lors de la sortie de l'air de la poitrine. La voix peut aussi être formée dans le moment où l'air traverse le larynx pour pénétrer dans la trachée; mais cette voix *inspiratoire* est rauque, inégale, peu étendue; on ne peut que difficilement en varier les tons; enfin, par les caractères mêmes du phénomène, on peut juger qu'il ne se passe pas selon les lois ordinaires de l'économie. On peut aussi parler et chanter en inspirant. Certaines personnes parviennent de cette manière à produire des sons d'un octave et plus au-dessus de la voix de femme la plus haute (*soprano*). On ignore les modifications qu'éprouvent les lèvres de la glotte dans la production de la voix inspiratoire.

---

(1) J.-J. Rousseau, *Dictionnaire de Musique*.

Art des ventriloques.

Puisque l'homme peut varier, pour ainsi dire, à l'infini, les sons appréciables ou inappréciables de sa voix, qu'il en peut changer à volonté et de mille manières l'intensité, le timbre, etc., rien ne doit être plus facile pour lui que d'imiter exactement les divers sons qui frappent son oreille : c'est en effet ce qu'il exécute dans plusieurs circonstances. Beaucoup de personnes imitent parfaitement la voix et la prononciation d'autres personnes, celle des acteurs, par exemple. Les chasseurs imitent les différens cris du gibier, et réussissent à l'attirer par ce moyen dans leurs piéges.

Un art est né de cette faculté qu'a l'homme d'imiter les différens bruits ou sons qu'il entend; mais les individus qui le possèdent, et qui portent le nom de *ventriloques,* n'ont point reçu de la nature une organisation vocale différente de celle des autres hommes : ils doivent posséder à un certain degré la capacité d'observer les diverses altérations qu'éprouvent les sons par la distance et les localités, etc., et avoir les organes de la voix et de la parole bien disposés, afin qu'ils puissent aisément produire les sons qu'ils veulent imiter.

Les fondemens sur lesquels repose cet art sont faciles à saisir : nous avons instinctivement reconnu, par l'expérience, que les sons s'altèrent par plusieurs causes : par exemple, qu'ils s'affaiblissent, deviennent moins distincts, et changent de timbre à mesure qu'ils s'éloignent de nous. Un homme est descendu au fond d'un puits, il veut parler aux personnes qui sont à l'ouverture : sa voix n'arrivera à leur oreille qu'avec des modifications dépendantes de la distance, et de la forme du canal qu'elle a parcouru. Si donc une personne remarque ces modifications et s'exerce à les reproduire, il fera naître des illusions d'acoustique, dont on ne pourra pas plus se défendre que de voir les objets plus gros si l'œil est armé d'une loupe : l'erreur sera complète si l'artiste emploie d'ailleurs les prestiges convenables pour détourner ou pour fixer l'attention des auditeurs.

Plus l'artiste aura de talens, plus les illusions seront nombreuses; mais il faut se garder de croire qu'un ventriloque (1) produise les sons vocaux et articule par des procédés particuliers. Sa voix se forme à la manière ordinaire; seulement il en modifie à son gré le volume, le timbre, etc.; et quant à la parole, s'il lui arrive de prononcer sans remuer les lèvres, c'est qu'il a soin d'employer des mots dans lesquels il n'entre point de lettres labiales, qui nécessiteraient inévitablement le mouvement des lèvres. Sous un certain rapport, l'art du ventriloque est à l'oreille ce que la peinture est pour les yeux.

Modifications de la voix dans les âges.

Le larynx est proportionnellement très-petit chez le fœtus et l'enfant naissant; son peu de volume contraste avec l'os hyoïde, de la langue et des autres organes de la déglutition, qui sont déjà très-développés. En outre, il est arrondi; le cartilage thyroïde ne fait point de saillie au cou.

Les lèvres de la glotte, les ventricules, les ligamens supérieurs, sont très-courts, proportionnellement à ce qu'ils seront par la suite; car, le cartilage thyroïde étant peu développé, l'espace qu'ils occupent est nécessairement peu consi-

---

(1) Les mots *ventriloque, engastrimisme,* et autres qui ont la même signification, ont pu être employés dans l'enfance de la science; mais ils devraient être bannis aujourd'hui du langage scientifique.

dérable. Les cartilages sont flexibles, et loin d'avoir la consistance qu'ils auront par la suite.

Le larynx conserve à peu près ces caractères jusqu'à la puberté : à cette époque, il se fait une révolution générale dans l'économie. Le développement des organes génitaux détermine un accroissement rapide dans la nutrition de plusieurs organes, et celui de la voix est du nombre.

L'activité plus grande de nutrition se fait d'abord remarquer dans les muscles; ensuite, mais plus lentement, elle se montre dans les cartilages : alors la forme générale du larynx se modifie; le cartilage thyroïde se développe dans sa partie antérieure, il fait saillie au cou, mais d'une manière bien plus prononcée chez l'homme que chez la femme. De cette circonstance résulte un alongement considérable des lèvres de la glotte ou des muscles thyro-aryténoïdiens; et ce phénomène est bien plus digne de remarque que l'agrandissement général de la glotte, qui arrive concurremment.

Ces changemens du larynx, quoique rapides, ne se font pas cependant tout-à-coup; il faut quelquefois six ou huit mois avant qu'ils soient terminés.

Au-delà de la puberté, le larynx ne subit pas d'autres changemens bien remarquables; son volume et la saillie du cartilage thyroïde vont seulement en se prononçant d'avantage.

Chez l'homme adulte, les cartilages s'ossifient partiellement.

Dans la vieillesse, l'ossification des cartilages continue et devient à peu près complète; la glande épiglottique diminue considérablement, et les muscles intrinsèques, mais surtout ceux qui forment les lèvres de la glotte, diminuent en volume, deviennent moins foncés en couleur, perdent de leur élasticité; enfin ils éprouvent les mêmes modifications que le système musculaire en général.

La production de la voix supposant l'entrée et la sortie de l'air de la poitrine, le fœtus, plongé au milieu du liquide de l'*amnios*, ne peut la présenter; mais au moment même de la naissance, l'enfant peut produire des sons aigus assez intenses.

Vagitus est le nom que les Latins ont donné à cette voix, ou plutôt à ce cri par lequel l'enfant exprime ses besoins, ses souffrances. Rappelons-nous que c'est là l'objet du cri.

Vers la fin de la première année, l'enfant commence à former des sons qui se distinguent aisément du vagitus. Ces sons, d'abord vagues, irréguliers, deviennent bientôt plus distincts et plus suivis : c'est alors que les nourrices commencent à leur faire prononcer les mots les plus simples, et successivement ceux qui sont plus compliqués.

La prononciation des enfans est loin de ressembler à celle des adultes; mais aussi quelle différence entre les organes des uns et des autres ! Chez les enfans, les dents ne sont point encore sorties de leurs alvéoles; la langue est, comparativement, très-volumineuse ; les lèvres se trouvent plus grandes qu'il ne faut pour couvrir antérieurement les mâchoires quand elles sont rapprochées; les cavités nasales sont très-peu développées, etc.

Ce n'est que par degrés, et à mesure que la conformation des organes de la prononciation se rapproche de celle de l'adulte, que les enfans arrivent à articuler nettement les diverses combinaisons de lettres. Ils ne parviennent à former des sons appréciables, ou à chanter, que long-temps après qu'ils ont acquis la faculté de parler.

Cette espèce de sons est la voix proprement dite ou acquise : l'enfant ne la présenterait pas s'il était sourd. Elle n'est donc pas une modification du vagitus.

Jusqu'à l'époque de la puberté, le larynx reste proportionnellement très-petit, ainsi que les lèvres de la glotte : aussi la voix se compose-t-elle entièrement de sons aigus. Il est physiquement impossible que le larynx puisse en produire de graves.

A la puberté, la voix éprouve, particulièrement chez l'homme, une modification remarquable : elle acquiert en peu de jours, souvent même tout-à-coup, une

gravité et un timbre sourd qu'elle était loin d'avoir auparavant. Elle baisse en général d'une octave. La voix du jeune homme *mue*, selon l'expression vulgaire. Dans certains cas, la voix se perd presque entièrement, et ne reparaît qu'après quelques semaines; fréquemment elle contracte une *raucité* marquée. Il arrive parfois que le jeune homme produit involontairement un son très-aigu dans le moment où il voudrait rendre un son grave : il ne lui est guère possible alors de produire des sons appréciables ou de chanter juste.

Cet état de choses se prolonge en général durant une année, après quoi la voix reprend un timbre plus ou moins clair, qui durera toute la vie : mais il se rencontre des individus qui perdent à jamais, durant la mue de la voix, la faculté de chanter; d'autres qui, ayant une voix belle et étendue avant la mue, n'ont plus, passé cette époque, qu'une voix médiocre et limitée.

La gravité qu'acquiert la voix dépend évidemment du développement du larynx, et surtout de l'alongement des lèvres de la glotte. Comme ces parties ne peuvent point s'alonger en arrière, elles le font en avant : aussi est-ce à ce moment que le larynx devient saillant au cou, et que la *pomme d'Adam* se montre. Chez la femme, les lèvres de la glotte ne présentent point, à la puberté, cet accroissement de largeur : aussi la voix reste-t-elle en général aiguë.

La voix conserve à peu près les mêmes caractères jusqu'au-delà de l'âge adulte; du moins les modifications subies dans l'intervalle sont peu considérables, et ne portent guère que sur le timbre et le volume. Vers la première vieillesse, la voix change de nouveau, son timbre s'altère, son étendue diminue, le chant est plus difficile; les sons deviennent criards, et ne sont plus produits qu'avec peine et fatigue. Les organes de la prononciation s'étant altérés par l'effet de l'âge, les dents étant plus courtes, quelques-unes ordinairement tombées, celle-ci est aussi sensiblement altérée.

Tous ces phénomènes deviennent plus prononcés avec la vieillesse confirmée. La voix est faible, chevrotante, cassée; le chant porte les mêmes caractères, ce qui dépend alors de la manière dont s'exerce la contraction musculaire. La parole subit aussi des modifications remarquables : la lenteur des mouvemens de la langue, l'absence des dents, la longueur proportionnelle des lèvres plus considérables, etc., doivent nécessairement influer sur la prononciation.

Rapports de l'ouïe et de la voix.

Nous avons déjà fait connaître la liaison de la voix et de l'ouïe : elle est telle, qu'un enfant sourd de naissance est nécessairement muet, qu'une personne dont l'oreille est fausse a nécessairement la voix fausse, qu'un individu dont l'ouïe est dure est instinctivement porté à parler très-haut, etc.

Qu'on ne croie pas cependant que le larynx du sourd de naissance soit incapable de former la voix : nous avons déjà dit qu'il produit le cri. L'art parvient, par divers procédés, à lui faire produire la voix; on arrive même à faire parler des sourds-muets de naissance, de manière à leur donner moyen de soutenir une conversation; mais leur voix est rauque, sourde, inégale : ses différentes inflexions surviennent sans aucun motif et très-inégalement. Je ne crois pas qu'un sourd-muet de naissance soit jamais parvenu à chanter.

Il y a quelques exemples de personnes qui ont acquis l'ouïe à un âge où elles pouvaient rendre compte de leurs sensations; chez toutes, la voix s'est développée peu de temps après que les individus sont devenus habiles à ouïr.

Les *Mémoires de l'Académie des Sciences*, année 1703, contiennent un exemple de ce genre, arrivé chez un jeune homme de Chartres, âgé de vingt-quatre ans, « qui, au grand étonnement de toute la ville, se mit tout-à-coup à parler. On sut de lui que, trois ou quatre mois auparavant, il avait entendu le son des cloches, et

avait été extrêmement surpris de cette sensation nouvelle et inconnue; ensuite il lui était sorti une espèce d'eau de l'oreille gauche, et il avait entendu parfaitement des deux oreilles. Il fut trois ou quatre mois à écouter sans rien dire, s'accoutumant à répéter tout bas les paroles qu'il entendait, et s'affermissant dans la prononciation et dans les idées attachées aux mots. Enfin, il se crut en état de rompre le silence, et il déclara qu'il parlait, quoique ce ne fût encore qu'imparfaitement. Aussitôt d'habiles théologiens l'interrogèrent, etc. »

Il est malheureux pour la science que ce jeune homme n'ait point été observé par des physiologistes; peut-être son histoire serait-elle devenue plus intéressante et surtout plus digne de confiance; car telle qu'elle est racontée elle se trouve démentie par plusieurs faits sur lesquels il ne peut s'élever aucun doute; par exemple, celui qui s'est passé à Paris il y a quelques années :

Un jeune sourd-muet de naissance, âgé de quinze ans, fut guéri de la surdité par M. le docteur Itard, au moyen d'injections faites dans la caisse par une ouverture pratiquée à la membrane du tympan. Le jeune sourd reconnut d'abord le son des cloches voisines; il éprouva dans ce moment une émotion très-vive, mal à la tête, des vertiges et des étourdissemens. Le lendemain, il fut sensible au bruit de la sonnette de l'appartement; vingt jours après il put reconnaître la voix des personnes qui lui parlaient. Alors son ravissement fut extrême; il ne pouvait se rassasier d'entendre parler. « Ses yeux, dit M. le professeur Percy, venaient chercher la parole jusque sur les lèvres. » Sa voix ne tarda pas à se développer. Il ne forma d'abord que des sons vagues; peu de temps après il put bégayer quelques mots, mais il les prononçait mal et à la manière des enfans. Il fallut quelque temps avant qu'il pût prononcer des mots un peu composés et contenant plusieurs consonnes. On lui fit entendre une vielle organisée, sans qu'il eût été prévenu; on le vit tout-à-coup trembler, pâlir, et sur le point de tomber en syncope, puis éprouver tous les transports que cause un plaisir vif et inconnu : ses joues colorées, ses yeux étincelans, sa respiration précipitée, son pouls rapide, annonçaient une sorte de délire, d'ivresse de bonheur.

On aurait certainement reconnu encore plusieurs phénomènes surprenans sur ce jeune homme, si une maladie n'était venue l'enlever aux médecins philosophes qui l'observaient; heureusement ce qui n'a pu être étudié sur cet enfant l'a été dans plusieurs autres cas semblables dont j'ai moi-même été témoin. J'ai déjà parlé d'Honoré Trésel et commencé son histoire (voyez page 55). Je vais la terminer :

Cependant tout l'intérêt d'Honoré pour les sensations que lui procurait son ouïe ne l'avait pas empêché de faire une observation des plus importantes. Son larynx formait aussi des sons; au plaisir de les entendre vint se joindre celui de les produire. C'est ici que Trésel a présenté les phénomènes les plus curieux et les plus neufs.

L'instrument de la voix se compose d'un grand nombre de pièces différentes, parmi lesquelles se trouvent des muscles, des os, des cartilages, des membranes; il eût été admirable que, sans un exercice préparatoire, toutes ces pièces, tous ces organes se fussent mis à agir de concert, de manière à produire des sons vocaux et des articulations appréciables; c'est ce qui n'arriva point. Les premiers sons que Trésel put former étaient sourds et graves; il prononça, non sans peine, *a*, *o*, *u*; les deux autres voyelles ne vinrent que plus tard, et les premiers mots qu'il forma furent *papa, tabac, du feu,* etc. Mais quand il voulut reproduire des mots plus compliqués, il fit une multitude de contorsions des lèvres, de la langue et de tous les agens de la prononciation, dont il ignorait entièrement l'usage, ressemblant en cela à celui qui débute dans l'art de la danse ou de la natation, et qui se consume en efforts inutiles et en mouvemens disgracieux.

A force de tentatives, il parvint à prononcer quelques mots composés qui avaient été d'abord au-dessus de ses moyens.

C'est à ce moment qu'il se crut au niveau des autres enfans de son âge; et que, satisfait de lui-même, et fier de sa nouvelle situation, il prit en grand dédain ses

anciens compagnons d'infortune, et ne voulut plus les voir; manifestant ainsi l'un des instincts les plus déplorables de la nature de notre espèce.

Malgré ce mouvement de vanité, Trésel avançait peu la prononciation. Un grand nombre de syllabes lui échappaient, ou bien il ne les articulait que d'une manière extrêmement défectueuse. Peut-être n'aurait-il jamais franchi cette difficulté, si son instituteur n'eût cessé de s'adresser uniquement à ses oreilles, pour parler en même temps à ses yeux.

On lui traça sur un tableau les diverses syllabes, et, dès ce moment, il les prononça beaucoup mieux, saisissant avec bien plus de netteté l'assemblage des voyelles et des consonnes et leur influence réciproque. Témoin de cet essai, nous pûmes constater ainsi un fait fort remarquable : c'est que l'association de la vue et des mouvemens du larynx était prompte et facile, tandis que celle de l'ouïe et de l'organe de la voix était toujours difficile et ne s'exerçait qu'avec lenteur. Par exemple, aussitôt qu'Honoré apercevait les syllabes écrites, il les prononçait, si en même temps on les faisait retentir près de lui; mais si on enlevait le tableau où les lettres étaient tracées, en vain articulait-on à son oreille, de la manière la plus distincte, certaines syllabes, il lui était impossible de les articuler lui-même. Il saisissait donc bien plus facilement les rapports des sons avec les lettres écrites, qu'avec l'action de son larynx.

Toutefois, en suivant ce procédé, Trésel a appris à lire et à écrire d'une manière assez rapide; mais, semblable aux personnes qui étudient une langue étrangère, et qui, en général, la lisent et l'écrivent long-temps avant de pouvoir la parler, encore aujourd'hui Honoré lit des yeux et écrit infiniment mieux qu'il ne parle. Sa prononciation et très-défectueuse; les *r r* surtout ronflent dans sa bouche d'une manière singulière et désagréable. Les diverses nuances de l'accent lui paraissent inconnues; mais quand on pense à son point de départ, on doit être satisfait de lui voir ce degré d'instruction après un intervalle aussi court.

Honoré présente en outre un phénomène qui a fixé l'attention des commissaires de l'Académie des Sciences chargés de l'examiner. Quand on lui dit un mot bien distinctement, il le répète aussitôt; quand on l'appelle, par exemple, il ne manque pas de répéter son nom; l'important pour lui est de parvenir à reproduire le mot qu'il vient d'entendre. Si son instituteur veut s'adresser à son esprit, ce sont des gestes ou l'expression de son visage qu'il emploie. L'enfant lui-même n'exprime facilement et promptement ses idées que par des signes, et c'est seulement par l'emploi de ces signes qu'il est possible de juger de son intelligence et de la promptitude de ses conceptions.

Sous ce point de vue, Honoré offre un phénomène bien digne d'intérêt. Ayant acquis un nouveau moyen d'exprimer ses besoins et ses idées, il aurait dû, du moins cela semblait probable, négliger celui dont il s'était servi jusqu'alors, et qui est si inférieur à la parole; jusqu'ici, c'est le contraire qui est arrivé; le langage naturel, c'est-à-dire celui des signes, au lieu de perdre et d'être remplacé graduellement par la parole, a gagné avec rapidité et a acquis une perfection et un piquant de beaucoup supérieur à celui qu'il offrait avant qu'Honoré eût recouvré l'ouïe.

Cependant, dans ses rapports avec les enfans de son âge, Honoré commence à employer des mots simples, et particulièrement des substantifs pour faire connaître ses principaux désirs. Peut-être le temps le portera-t-il à faire un usage plus fréquent et plus complet de la parole; mais peut-être aussi restera-t-il fort au-dessous des autres hommes sous ce rapport; car nous avons de nombreux exemples d'enfans qui sont, pour ainsi dire, muets, uniquement parce qu'il leur faut un certain effort de l'oreille pour saisir les mots, et un travail quelque peu difficile du larynx pour parler : trouvant un moyen facile de communication par l'emploi des signes, ils négligent d'exercer l'oreille et les organes de la parole, et restent ainsi classés parmi les sourds-muets, bien qu'en réalité ils ne soient ni muets, ni sourds.

J'ai écrit cette observation en 1825; depuis cette époque Honoré a continué de recevoir les soins de tous genres de M. Deleau. L'Académie des Sciences a fourni aux frais de son éducation, ainsi qu'à celle de plusieurs autres enfans sourds, aussi heu-

reusement rendus à l'ouïe. Il a sans doute fait de grands progrès ; on peut dire, sans rien exagérer, qu'il entend et qu'il parle. Mais avouons cependant qu'il est encore loin des autres enfans de son âge qui n'ont jamais été sourds-muets ; il ne faut pas même une grande attention pour reconnaître son infériorité. Si le temps n'apportait de grandes améliorations dans sa position, nous serions forcés de conclure qu'un sourd-muet de naissance ne peut point être appelé, même par une éducation spéciale et prolongée pendant huit ans, à vivre en société à la manière des autres hommes.

D'autres cas analogues que j'ai sous les yeux sembleraient annoncer que si l'ouïe est donnée au sourd-muet, dès la cinquième année de leur vie, ils sont beaucoup plus aptes à acquérir la parole et à se servir, comme les autres enfans, de leur oreille et de leur voix et à abandonner l'usage des signes.

Des sons indépendans de la voix.

Indépendamment de la voix, l'homme peut encore produire à volonté un grand nombre de sons inappréciables ou même appréciables, tels que le bruit qui accompagne l'action de cracher, de se moucher, d'éternuer ; celui par lequel on appelle un cheval ; celui qui simule le son produit quand on débouche une bouteille ; tel est encore le sifflet des dents ou des lèvres, soit qu'on le forme en expirant, soit en inspirant ; et une multitude d'autres bruits qui résultent du mouvement des diverses parties de la bouche, et de la manière dont l'air pénètre dans cette cavité ou dont il en sort. Il ne serait sans doute pas impossible de rendre raison du mécanisme de la production de ces différens sons ; mais aucun physiologiste physicien n'a pris la peine de s'en occuper. Exceptons cependant le sifflet, qui a été récemment l'objet de recherches physiques très-curieuses.

Du sifflet.

Les diverses parties mobiles et contractiles qui composent la bouche deviennent à notre volonté un instrument à vent, dont nous pouvons tirer des sons plus ou moins harmonieux. Mais son mécanisme diffère tout-à-fait de celui du larynx. C'est aux expériences de M. Cagnard-Latour que nous devons d'en connaître la théorie.

En frottant avec le doigt un carreau de vitre humide il se produit un son musical plus ou moins aigu, selon que le frottement est plus ou moins rapide. Un bâton garni d'une étoffe tournant dans un tube en verre amène le même résultat. Si l'on agite vivement un bâton dans l'atmosphère on distingue sans peine que le bruit du frottement aérien est accompagné d'un son musical plus ou moins aigu, suivant la vitesse du mouvement. Un gros bâton, à vitesse égale, forme un son beaucoup plus grave qu'une baguette.

Ce mode de production de sons appréciables paraît être celui qui appartient au sifflet de la bouche. Suivant toutes les apparences, l'art de siffler consiste à former avec la bouche un petit conduit dans lequel le frottement de l'air expiré ou inspiré puisse devenir intermittent et produire ainsi un son primitif, qui augmente ensuite d'intensité en communiquant ces vibrations à l'air contenu dans la cavité de la bouche.

Pour vérifier ses idées, M. Cagnard-Latour a fait construire de petites rondelles de liége percées dans leur centre d'une ouverture circulaire de trois millimètres de diamètre. Une de ces rondelles étant placée entre les lèvres, on siffle à peu près comme avec l'ouverture des lèvres. Avec la même rondelle se produisent tous les sons compris dans l'étendue d'une octave au moins. Il suffit, pour réaliser cet effet, de régler convenablement la capacité intérieure de la bouche en même temps que la vitesse du courant d'air. Il y a donc analogie entre la bouche qui siffle et l'embouchure de la flûte à bec, qui reste la même, quels que soient les tons produits par l'instrument.

En ajustant la même rondelle à l'extrémité d'un tube de verre, le son du sifflet se fait entendre, et comme dans la bouche il a lieu soit pendant l'expiration, soit pendant l'inspiration.

Un autre mode de sifflet est formé en appliquant le bout de la langue contre les dents supérieures et la voûte du palais, si l'on réussit à former un orifice arrondi. Enfin, il en est un autre beaucoup plus difficile à produire et qui paraît créé dans le larynx même, dont la glotte ne serait pas entièrement fermée. Il doit y avoir de l'analogie entre ce sifflet laryngien et le son que M. Savart a obtenu en soufflant doucement avec la bouche dans des larynx de cadavres, la glotte étant ouverte.

DES ATTITUDES ET DES MOUVEMENS.

La contraction musculaire n'est pas seulement la cause de la voix, elle préside encore à nos mouvemens et à nos attitudes.

L'explication des mouvemens et des attitudes de l'homme consiste dans l'application des lois de la mécanique aux organes qui les exécutent.

Nos attitudes et nos mouvemens étant extrêmement variés, si l'on voulait les expliquer tous, on y trouverait l'application de la plupart des lois de la mécanique.

Personne ne s'est encore occupé de ce travail d'une manière entièrement satisfaisante; en général on s'est borné aux attitudes et aux mouvemens les plus fréquens, et aux applications les plus simples des principes de la mécanique.

Principes de mécanique nécessaires pour l'intelligence des mouvemens et des attitudes.

a. Un corps est en mouvement quand ses parties occupent successivement différens points de l'espace.

b. On nomme force toute cause de mouvement.

c. Plusieurs forces peuvent être appliquées à un corps sans produire de mouvement, si leurs effets se détruisent mutuellement. On dit alors qu'il y a équilibre.

d. Quand deux forces appliquées en sens contraire à un même point ou aux extrémités d'une ligne droite se font équilibre, ces deux forces sont égales.

e. Une force A est double d'une force B, si la première peut être considérée comme la réunion de deux forces égales à B.

f. Deux forces seront entre elles comme deux nombres, 7 et 5 par exemple, si elles peuvent être considérées comme la réunion, la première de 7, la seconde de 5, forces toutes égales entre elles.

Les rapports des forces pouvant ainsi être évalués en nombre ou en longueur, on pourra les soumettre, soit au calcul, soit aux constructions géométriques.

Quand un point matériel est sollicité par plusieurs forces qui ne se font point équilibre, il se meut dans une certaine direction. On conçoit que ce mouvement pourrait être produit par l'application d'une seule force. On nomme résultante cette force unique qui pourrait remplacer toutes les autres, et celles-ci, considérées par rapport à la résultante, sont nommées ses composantes.

g. Pour qu'un système de forces soit en équilibre, il faut que chacune d'elles détruise l'effet de toutes les autres, par conséquent qu'elle soit égale et directement opposée à leur résultante.

h. Si toutes les forces sont dirigées suivant une même ligne droite, leur résultante sera dirigée dans le même sens, et égale à leur somme, si elles tirent toutes du même côté. Si elles tirent de deux côtés opposés, elle sera égale à la différence de la somme des forces qui tirent dans un sens sur les forces qui tirent dans l'autre, et dirigée dans le sens de la plus grande somme.

i. D'après le rapport connu des trois lignes, si on nous donne la direction de deux forces P et Q, celle de leur résultante R, nous pourrons facilement trouver le rapport des deux forces : elles seront entre elles comme les côtés du parallélogramme construit, en menant d'un point quelconque de la direction de la résultante deux parallèles à la direction des autres forces.

De plus, si l'on a la valeur de la résultante, on aura aussi celle des composantes, puisque le rapport de chacune de ces forces à la résultante est connu par le moyen que je viens d'indiquer.

k. La résultante d'un nombre quelconque de forces parallèles jouit d'une propriété très-remarquable ; c'est que de quelque manière qu'on fasse varier la direction des forces, pourvu qu'elles restent parallèles entre elles, et que leurs points d'application ne soient pas changés, celui de la résultante sera toujours le même, puisque c'est uniquement du rapport de ces forces et de la distance de leurs points d'application que dépend celui de la résultante.

l. Si le corps auquel sont appliquées les forces n'est pas libre dans l'espace, mais assujéti à tourner autour d'un point fixe, on juge bien que pour qu'il y ait équilibre, il suffira que la résultante de toutes les forces passe par ce point, puisqu'alors son action, s'exerçant contre un obstacle invincible, restera nécessairement sans effet.

m. Si le corps soumis à l'action des forces est assujéti à se mouvoir autour d'une ligne droite, il suffira pour l'équilibre que la résultante passe par l'axe fixe qui rendra nul son effet.

n. La pesanteur agit sur chaque molécule des corps, et les sollicite toutes dans des directions sensiblement parallèles; on pourra donc appliquer à ces forces ce qu'on a dit généralement de tout système de forces parallèles, c'est que leur résultante passera toujours par un même point, de quelque manière qu'on fasse varier la direction des forces, c'est-à-dire, dans ce cas, de quelque manière qu'on incline le corps par rapport à la verticale, qui est la direction constante de la pesanteur.

Ce point unique d'application de la résultante de toutes les pesanteurs partielles, est ce qu'on nomme centre de gravité.

o. Pour qu'un corps soumis à la seule action de la pesanteur reste en équilibre, il faudra que la verticale, passant par le centre de gravité, rencontre le point d'appui ou de suspension.

p. Si le corps repose sur un plan horizontal, il faut que cette résultante tombe en dedans de l'espace compris entre les points par lesquels il touche le plan : on nomme *base de sustentation* l'espace ainsi circonscrit. Plus cet espace sera grand, toutes choses étant égales d'ailleurs, plus l'équilibre sera assuré.

q. L'équilibre sera stable quand le corps, dérangé infiniment peu de sa position, tendra à y revenir par une suite d'oscillations. Il sera instantané, si du moment que le corps est dérangé de sa position, il tend à s'en éloigner de plus en plus, jusqu'à ce qu'il ait trouvé une autre position d'équilibre.

r. L'équilibre sera stable quand le centre de gravité sera le plus bas possible, parce que tout changement ne peut que le faire monter contre la tendance qu'il a à descendre. L'équilibre sera instantané quand le centre de gravité sera le plus haut possible, parce que tout changement, ne pouvant que le faire descendre, sera favorisé par la tendance qu'il a déjà.

s. De deux colonnes creuses, formées d'une égale quantité de la même matière, et de même hauteur, celle qui présentera la cavité la plus considérable sera la plus forte.

t. De deux colonnes de même diamètre, mais de hauteur différente, la plus haute sera la plus faible.

v. Le plus grand poids que puisse supporter un ressort qui éprouve de petites flexions, est proportionnel au carré du nombre des flexions, plus un, en sorte que

si le ressort présente trois courbures, il supportera un poids seize fois plus considérable que s'il n'en présentait qu'une (1).

Des leviers.

On définit le levier une ligne inflexible qui tourne autour d'un point fixe.

On distingue dans un levier le point d'appui, le point où agit la puissance, celui où se fait la résistance, ou simplement le point d'appui, la puissance et la résistance.

Selon la position respective du point d'appui, de la puissance et de la résistance, le levier est du premier, second ou troisième genre.

Dans le levier du premier genre, le point d'appui est entre la résistance et la puissance; la résistance est à une extrémité, et la puissance à l'autre extrémité.

Le levier du deuxième genre est celui où la résistance est entre la puissance et le point d'appui, et où le point d'appui et la puissance occupent chacun une extrémité.

Enfin, dans le levier du troisième genre, c'est la puissance qui est entre la résistance et le point d'appui, tandis que la résistance et le point d'appui sont aux extrémités.

On distingue encore dans un levier le bras de la puissance et celui de la résistance. Le premier comprend la portion du levier qui s'étend du point d'appui à la puissance; le second est la portion de levier qui sépare le point d'appui de la résistance.

Lorsque dans le levier du premier genre le point d'appui occupe exactement le milieu du levier, on dit alors que le levier est à bras égaux; quand le point d'appui se rapproche de la puissance ou de la résistance, on dit alors que le levier est à bras inégaux.

La longueur du bras de levier donne plus ou moins d'avantage, soit à la puissance, soit à la résistance. Si le bras de la puissance, par exemple, est plus long que celui de la résistance, l'avantage est pour la puissance, dans la proportion de la longueur de son bras à celle du bras de la résistance; en sorte que si le premier de ces bras est double ou triple du second, il suffira que la puissance soit la moitié ou le tiers de la résistance, pour que les deux forces se fassent équilibre.

Dans le levier du second genre, le bras de la puissance est nécessairement plus long que celui de la résistance, puisque celle-ci est entre la puissance et le point d'appui, tandis que la puissance est à une extrémité. Ce genre de levier est toujours avantageux à la puissance.

C'est le contraire pour le levier du troisième genre, puisque dans ce levier la puissance est placée entre la résistance et le point d'appui, tandis que la résistance occupe une extrémité.

Le levier du premier genre est le plus favorable à l'équilibre; le levier du second genre est le plus favorable pour vaincre une résistance, et le levier du troisième genre est celui qui favorise le plus la rapidité et l'étendue des mouvemens.

La direction selon laquelle la puissance s'insère sur un levier est importante à remarquer. L'effet de la puissance est d'autant plus considérable, que sa direction approche davantage d'être perpendiculaire à celle du levier. Lorsque cette dernière

(1) J'ai emprunté presque tout cet article aux *Recherches sur la Mécanique animale*, par M. Roulin, et insérées dans mon *Journal de Physiologie*.

condition est remplie, la totalité de la force est employée à surmonter la résistance, tandis que, dans les directions obliques, une partie de cette force tend à faire mouvoir le levier dans sa propre direction, et cette portion de force est détruite par la résistance du point d'appui.

Le principe général d'équilibre des leviers consiste en ce que, quelque direction qu'aient les forces, elles sont toujours entre elles en raison inverse des perpendiculaires abaissées du point fixe sur leur direction.

Force motrice.

On appelle *inertie* cette propriété générale des corps, en vertu de laquelle ils persévèrent dans leur état de mouvement ou de repos, tant qu'aucune cause étrangère n'agit sur eux.

La force qui produit le mouvement doit se mesurer par la quantité de mouvement produite. Cette quantité s'estime en multipliant la masse par la vitesse acquise.

Cette vitesse peut s'acquérir de deux manières différentes, ou par l'action continuée d'une force, comme celle de la pesanteur, ou par l'effet d'une force qui produit instantanément une vitesse finie.

Il est facile de conclure de ce qui précède, que tout effort exercé sur un corps libre produira un mouvement. La direction de ce mouvement, la vitesse acquise et l'espace parcouru par le corps, dépendront 1° de l'effort ou de sa masse, 2° de l'intensité de l'action exercée sur lui, et 3° des forces qui le solliciteront pendant son mouvement.

Ainsi, un corps lancé par la main acquiert instantanément une vitesse d'autant plus grande, que l'effort est plus grand et que la masse est moindre : l'action continuelle de la pesanteur modifie sans cesse et cette vitesse et la direction du mouvement, qui cesse lorsque le corps est tombé sur la surface de la terre. Le mouvement est encore ralenti par la résistance de l'air, dont l'effet augmente avec la vitesse du corps, l'étendue de la surface qui frappe continuellement l'air, et la légèreté spécifique du corps.

Un corps inorganique ne peut par lui-même changer l'état dans lequel il se trouve. Immobile, il persiste à l'état du repos, jusqu'à ce qu'une force quelconque lui soit appliquée. Devenu mobile par l'action instantanée d'une certaine force, il persiste à l'état de mouvement uniforme et en ligne droite, jusqu'à ce qu'une force nouvelle vienne modifier ou détruire l'effet de la première.

On nomme mouvement *uniforme* celui dans lequel le mobile parcourt en des temps égaux des espaces toujours égaux. Le mouvement est *accéléré* quand les espaces parcourus deviennent de plus en plus grands; *retardé*, quand ils deviennent de plus en plus petits, les temps restant toujours égaux.

D'après ce que nous avons dit plus haut, on voit que le mouvement accéléré ou retardé nécessitera à chaque instant l'application de forces nouvelles.

Dans le mouvement uniforme, l'espace parcouru dans un temps donné pourra être plus ou moins grand, suivant l'intensité de la force qui a été appliquée. Ce rapport du temps à l'espace parcouru par le mobile, détermine ce qu'on nomme sa vitesse.

Si dans le même temps qu'un corps A parcourt un espace de trois mètres, un autre corps B parcourt un espace de 5 mètres, on dira que la vitesse du premier est à celle du second comme 3 est à 5.

Il arrive souvent qu'on exprime une vitesse par un nombre absolu, mais ce nombre ne représente que le rapport de cette vitesse avec une autre qu'on n'énonce pas, mais qu'on est convenu de prendre pour unité.

Si un corps, dans l'unité du temps (la seconde par exemple), parcourt l'unité d'espace, que nous supposerons le mètre, sa vitesse est celle qu'on choisit pour terme de comparaison, et qu'on représente par l'unité. Si toujours dans le même

temps un second corps parcourt 5 mètres, sa vitesse, 5 fois plus grande que celle du premier, sera représentée par 5. Si un troisième corps emploie trois secondes à parcourir ces 5 mètres, que le deuxième parcourait dans une, sa vitesse sera soustriple : par conséquent la deuxième étant 5, celle-ci sera 5/3. On obtiendra donc l'expression de la vitesse en divisant le nombre qui représente l'espace par celui qui représente le temps, ce qu'on exprime ordinairement plus brièvement en disant que la vitesse est égale à l'espace divisé par le temps.

A masse égale les vitesses seront proportionnelles aux forces.

A vitesse égale les forces sont proportionnelles aux masses ; car l'effet d'une force qui met en mouvement un corps libre, est d'imprimer une même vitesse à toutes les molécules de ce corps, et par conséquent l'intensité de la force sera proportionnelle au nombre de ces molécules ou à la masse du corps. La mesure d'une force est donc représentée par la somme des forces qui animent toutes les molécules, et comme on le dit ordinairement, l'effet d'une force a pour mesure la masse multipliée par sa vitesse.

A forces égales, les vitesses seront réciproquement proportionnelles aux masses. Ainsi, si à un corps mobile vient se joindre un corps immobile, de manière à ce que le premier ne puisse plus se mouvoir sans le second, le mouvement se répandra uniformément dans les deux, de manière à ce qu'ils puissent se mouvoir avec des vitesses égales ; il faudra donc qu'il s'y distribue proportionnellement aux masses, et la vitesse résultante sera à la vitesse du premier corps, comme la masse de ce premier corps est à la masse des deux réunis.

On appelle *frottement* la résistance qu'on est obligé de vaincre pour faire glisser un corps sur un autre.

On nomme *adhésion* la force qui unit deux corps polis, appliqués l'un sur l'autre. Cette force se mesure par l'effort que l'on exerce perpendiculairement à la surface de contact pour séparer les deux corps.

Plus les surfaces en contact sont polies, plus l'adhésion est grande, et plus le frottement est faible : aussi, tant qu'il ne s'agira que de faire glisser un corps sur un autre, il y aura toujours de l'avantage à rendre les surfaces polies, ou à interposer entre elles un liquide.

Des os.

Les os, déterminant la forme générale du corps et ses dimensions, remplissent, à raison de leurs propriétés physiques, un usage très-important dans les différentes positions et mouvemens du corps : ce sont eux qui forment les différens leviers que présente la machine animale, et qui transmettent le poids de nos parties sur le sol. Comme leviers, ils sont employés tantôt comme du premier genre, tantôt comme du second ou du troisième. Quand il s'agit d'équilibre, c'est presque toujours le levier du premier genre qui est employé ; s'il y a une résistance considérable à surmonter, ils représentent un levier du second genre. Dans les autres mouvemens, ils sont employés comme leviers du troisième genre, lequel, comme on sait, désavantageux à la puissance, favorise l'étendue et la rapidité des mouvemens. La plupart des saillies et des éminences des os ont pour usage de changer la direction des tendons, et de faire qu'ils s'y insèrent dans une direction moins éloignée de la perpendiculaire.

Comme moyen de transmission du poids, les os représentent des colonnes superposées, presque toujours creuses, ce qui augmente de beaucoup la résistance générale que présente le squelette et celle de chaque os en particulier.

Forme des os.

On distingue les os en os courts, en os plats, et en os longs.

Les os courts se trouvent dans les parties où il faut beaucoup de solidité et peu de mobilité, comme aux pieds, à la colonne vertébrale.

Les os plats ont pour principal usage de former les parois des cavités; cependant ils concourent aussi avantageusement aux mouvemens et aux attitudes par l'étendue de la surface qu'ils présentent pour l'insertion des muscles.

Les os longs sont principalement destinés à la locomotion; ils ne se trouvent qu'aux membres. La forme de leur corps et celle de leurs extrémités méritent d'être remarquées. Le corps est la partie de ces os qui présente le moins de volume; il est en général arrondi : les extrémités, au contraire, sont toujours plus ou moins volumineuses.

La disposition du corps de l'os concourt à l'élégance de la forme des membres; le volume des extrémités articulaires, outre le même usage, assure la solidité des articulations, et diminue l'obliquité de l'insertion des tendons sur les os.

Les os courts sont presque entièrement composés de substance spongieuse, d'où il résulte qu'ils peuvent présenter une surface considérable sans être trop pesans. Il en est de même pour l'extrémité des os longs; mais le corps de ceux-ci présente la substance compacte en très-grande quantité, ce qui lui donne une grande résistance, laquelle était nécessaire, puisque c'est dans le corps des os longs que viennent aboutir les efforts que supportent ces os.

Le tissu spongieux des os courts et de l'extrémité des os longs est rempli par le suc médullaire ou par le sang.

La cavité du corps des os longs est remplie par la moelle.

Articulations des os.

On les distingue en celles qui ne permettent pas de mouvemens et en celles qui en permettent.

La première division présente des sous-divisions, fondées sur la forme des surfaces articulaires.

Les secondes en présentent aussi qui sont fondées sur la disposition des surfaces articulaires et sur l'espèce de mouvement que les articulations permettent.

Dans les articulations mobiles, les os ne se touchent jamais immédiatement; il y a toujours entre eux une substance élastique diversement disposée selon les articulations, et destinée à supporter aisément les plus fortes pressions, à amortir les chocs et à favoriser les mouvemens. Tantôt cette substance est unique, adhère également à la surface des deux os qui s'articulent, et constitue les articulations de *continuité.* Elle est alors de nature fibro-cartilagineuse. Tantôt cette substance forme une couche particulière à chaque surface articulaire : c'est ce qui se voit dans les articulations de *contiguité.* Dans ce cas, la substance est cartilagineuse.

On dit que la substance qui, dans ce genre d'articulation, revêt les os, est formée de fibres disposées les unes à côté des autres, et perpendiculaires à la surface articulaire qu'elles revêtent : cette opinion nous paraît mériter de nouvelles recherches. Les cartilages ont plutôt l'apparence d'être formés d'une couche homogène.

Les articulations ainsi disposées présentent les dispositions les plus favorables au glissement. Les surfaces en contact sont très-polies, et un liquide particulier, la *synovie*, vient continuellement se placer entre elles. Pour les mêmes raisons, l'adhésion est très-grande, et cette circonstance ajoute à la solidité de l'articulation en contribuant à prévenir les déplacemens.

Dans certaines articulations mobiles on trouve entre les surfaces articulaires des substances fibro-cartilagineuses non adhérentes à ces surfaces. On leur a donné pour usage de former des espèces de coussins qui, cédant à la pression et revenant ensuite sur eux-mêmes, protégent les surfaces articulaires auxquelles ils correspondent. Elles se trouvent, dit-on, à cet effet, dans les articulations, qui supportent les pressions les plus considérables. Nous pensons que cette opinion n'est pas suffisamment fondée. En effet, l'articulation de la hanche et surtout l'articulation du pied, qui supporte habituellement les efforts les plus considérables, n'en présentent point. N'ont-elles pas plutôt pour usage de favoriser l'étendue des mouvemens et de prévenir les déplacemens?

Autour et quelquefois à l'intérieur des articulations, on trouve des corps fibreux, nommés *ligamens*, et qui ont pour double usage de maintenir les os dans leurs rapports respectifs, et de limiter les mouvemens qu'ils exécutent les uns sur les autres.

Attitudes de l'homme.

Examinons l'homme dans les différentes positions qu'il peut prendre, et d'abord dans l'état de station le plus ordinaire, c'est-à-dire, sur ses pieds.

Nous voyons en premier lieu que la tête, unie intimement avec l'atlas, forme avec lui un levier du premier genre, dont le point d'appui est dans l'articulation des masses latérales de l'atlas et de l'axis, tandis que la puissance et la résistance occupent chacune une extrémité du levier, et sont placées l'une à la face, l'autre à l'occiput.

Le point d'appui étant plus près de l'occiput que de la partie antérieure de la face, la tête tend, par son poids, à tomber en avant; mais elle est retenue en équilibre par la contraction des muscles qui s'attachent à sa partie postérieure. C'est donc la colonne vertébrale qui supporte la tête, et qui doit en transmettre le poids à son extrémité inférieure.

Les membres supérieurs, les parties molles du cou, du thorax, la plus grande partie de celles qui sont contenues dans la cavité abdominale, pèsent, soit médiatement, soit immédiatement, sur la colonne vertébrale.

A raison du poids considérable de ces parties, il était nécessaire que la colonne vertébrale présentât une grande solidité.

En effet, le corps des vertèbres, les fibro-cartilages intervertébraux, les divers ligamens qui les réunissent, forment un tout d'une grande solidité. Si l'on réfléchit ensuite que la colonne vertébrale est formée de portions de cylindres superposées; qu'elle a la forme d'une pyramide dont la base repose sur le sacrum; qu'elle présente trois courbures en sens opposés, ce qui lui donne seize fois plus de résistance que si elle n'en présentait pas, on aura une idée de la résistance qu'offre la colonne vertébrale. Aussi on la voit supporter aisément non-seulement le poids des organes qui pèsent sur elle, mais même des fardeaux quelquefois très-lourds.

Le poids des organes que la colonne vertébrale soutient se faisant surtout sentir sur sa partie antérieure, des muscles placés le long de sa partie postérieure résistent à la tendance qu'elle aurait à se porter en avant. Dans cette circonstance, chaque vertèbre et les parties qui s'y attachent représentent un levier du premier genre, dont le point d'appui est dans le fibro-cartilage qui soutient la vertèbre; la puissance, dans les parties qui l'attirent en avant; et la résistance, dans les muscles qui s'attachent à ses apophyses épineuses et transverses.

La colonne vertébrale, dans son ensemble, représente un levier du troisième genre, dont le point d'appui est dans l'articulation de la cinquième vertèbre des lombes avec l'os sacrum, dont la puissance est dans les parties qui tendent à porter la colonne en avant, et la résistance dans les muscles postérieurs. Comme c'est à la partie inférieure du levier que la puissance agit principalement, c'est là que

la nature a placé les muscles les plus forts ; c'est là que la pyramide représentée par la colonne vertébrale a le plus d'épaisseur ; que les apophyses des vertèbres sont plus prononcées et plus horizontales : c'est aussi là que se fait sentir la fatigue, lorsque nous restons long-temps debout.

La puissance musculaire agira d'autant plus efficacement pour rétablir l'équilibre nécessaire à la station, que les apophyses épineuses seront plus longues et plus rapprochées de la direction horizontale.

Le poids de la colonne vertébrale et des parties qui pèsent sur elle est transmis directement au bassin, qui, reposant sur les fémurs, représente un levier du premier genre, dont le point d'appui est dans les articulations iléo-fémorales, et dont la puissance et la résistance sont placées en avant ou en arrière.

Le bassin soutient aussi le poids d'une partie des viscères abdominaux.

Le sacrum soutient la colonne vertébrale, et, agissant à la manière d'un coin, il transmet également aux deux fémurs le poids dont il est chargé, par l'intermède des os des îles.

Le bassin est vraiment en équilibre sur les deux têtes du fémur ; mais cet équilibre résulte d'un grand nombre d'efforts combinés.

D'un côté, les viscères abdominaux, pressant sur le bassin incliné en avant, tendent à abaisser le pubis; d'un autre côté, la colonne vertébrale tend, par son poids, à faire faire au bassin un mouvement de bascule en arrière.

Le poids de la colonne vertébrale étant beaucoup plus considérable que celui des viscères abdominaux, il semblerait que pour rétablir l'équilibre il suffirait de puissances musculaires qui, partant du fémur, s'attacheraient vers les pubis, et seraient propres, par leur contraction, à contre-balancer l'excès de poids de la colonne vertébrale. Ces muscles existent en effet, mais ce ne sont point eux qui agissent principalement pour déterminer l'équilibre du bassin sur les fémurs ; car le bassin, bien loin de tendre à faire la bascule en arrière, tendrait plutôt à se porter en avant, parce que les muscles, qui résistent à la tendance qu'a la colonne vertébrale à s'incliner en avant, prenant leur point fixe sur le bassin, font un effort considérable pour le porter en haut. Ce sont donc les muscles qui du fémur se portent à la partie postérieure du bassin, qui empêchent celui-ci de s'élever, et qui sont les agens principaux de l'équilibre du bassin sur les fémurs : aussi la nature les a-t-elle faits très-nombreux et très-forts.

L'articulation du fémur avec les os des îles est plus près du pubis que du sacrum, d'où il résulte que les muscles postérieurs agissent par un bras de levier plus long ; ce qui est une circonstance favorable à leur action.

Dans l'état de station ordinaire, les fémurs transmettent directement au tibia le poids du tronc. Ils remplissent aisément cet usage, attendu la solidité de leur articulation avec les os des îles.

Le col du fémur, outre les usages qu'il remplit dans les mouvemens, sert utilement à la station, en dirigeant la tête du fémur obliquement en haut et en dedans : d'où il résulte qu'elle supporte la pression verticale du bassin, et qu'elle résiste à l'écartement des os des îles, que le sacrum tend à produire.

Le fémur transmet le poids du corps au tibia ; mais, par la manière dont le bassin presse sur lui, son extrémité inférieure tend à se porter en avant, tandis que le contraire a lieu pour son extrémité supérieure : d'où il suit que, pour le maintenir en équilibre sur le tibia, il faut que des muscles puissans s'opposent à ce mouvement. Ces muscles sont le droit antérieur et le triceps crural, dont l'action est favorisée par la présence de la rotule, placée derrière leur tendon. Les muscles de la partie postérieure de la jambe, qui s'attachent aux condyles du fémur, concourent aussi à maintenir cet équilibre.

C'est le tibia qui transmet au pied le poids du corps ; le péroné n'y concourt point. Mais pour que le premier de ces os remplisse convenablement cet office, il est nécessaire que des muscles s'opposent à la disposition qu'a son extrémité supérieure à être

portée en avant. Les jumeaux et le soléaire remplissent particulièrement cet usage; tous les autres muscles de la partie postérieure de la jambe y concourent.

Le pied soutient tout le poids du corps; sa forme et sa structure sont en rapport avec cet usage. La plante du pied a beaucoup d'étendue, ce qui contribue à la solidité de la station. La peau et l'épiderme de cette partie sont fort épais. Au-dessus de la peau est une couche graisseuse, assez épaisse, surtout aux endroits où le pied presse sur le sol. Cette graisse forme une sorte de coussin élastique, propre à amortir ou à diminuer les effets de la pression exercée par le poids du corps.

Le pied ne touche pas le sol par toute l'étendue de sa face inférieure : le talon, le bord externe, la partie qui correspond à l'extrémité antérieure des os du métatarse, l'extrémité ou la pulpe des orteils, sont les points qui touchent habituellement le sol et qui y transmettent le poids du corps : aussi trouve-t-on dans chacun de ces points des paquets élastiques de graisse, évidemment destinés à s'opposer aux inconvéniens d'une pression trop forte. Celui qui est placé immédiatement au-dessous de la tête du calcanéum est très-remarquable : il est lisse par sa face supérieure, et seulement contigu à l'os ; il est d'ailleurs distinct du reste de la graisse que présente le talon. Les autres paquets ou coussinets de graisse sont moins volumineux, mais ils sont disposés d'une manière analogue à celui du talon.

C'est sur l'astragale que le tibia transmet le poids du corps, celui-ci le transmet à son tour aux autres os du pied : mais le calcanéum est celui qui en reçoit la plus grande partie; le reste est réparti entre les autres points du pied qui reposent sur le sol.

Voici le mode général de cette transmission. L'effort que soutient l'astragale est transmis, 1° au calcanéum, 2° au scaphoïde. Le calcanéum, étant placé immédiatement au-dessous de l'astragale, reçoit la plus grande part de la pression; il la transmet lui-même en partie au sol et en partie au cuboïde. Ce dernier os et le scaphoïde, par l'intermédiaire des cunéiformes, pressent à leur tour sur les os du métatarse, qui, appuyant sur le sol, y transmettent presque toute la pression qu'ils supportent : le surplus se propage dans les orteils, et finit par aboutir de même sur la base de sustentation. Ce mode de transmission suppose que le pied touche le sol par toute l'étendue de la plante.

Comme la pression du tibia se fait sentir surtout à la partie interne du pied, celui-ci tend continuellement à se déjeter en dehors. Le péroné est destiné à maintenir le pied dans la rectitude nécessaire à la solidité de la station.

On a vu que les muscles qui, dans la station, empêchent la tête de tomber en avant, prennent leur point fixe au cou; que ceux qui remplissent le même usage relativement à la colonne vertébrale, prennent le leur au bassin; que ceux qui maintiennent le bassin en équilibre s'attachent aux fémurs ou aux os de la jambe; que ceux qui s'opposent à la rotation des fémurs en arrière, s'insèrent aux tibias; qu'enfin ceux qui retiennent les tibias dans la position verticale, prennent leur point fixe aux pieds. C'est donc aux pieds qu'en dernier lieu viennent aboutir tous les efforts nécessaires à la station debout; il fallait donc que les pieds présentassent une résistance en rapport avec l'effort qu'ils avaient à supporter. Mais les pieds n'ont par eux-mêmes d'autre résistance que celle de leur pesanteur ; toute celle qu'ils présentent leur est communiquée par le poids du corps qu'ils supportent : en sorte que la même cause qui tend à produire la chute, est justement celle qui assure la solidité de la station.

L'espace que les pieds laissent entre eux, plus la surface qu'ils recouvrent, forment la base de sustentation. La condition d'équilibre pour la station debout est que la verticale, abaissée du centre de gravité, vienne tomber sur un des points de la base de sustentation. La station sera d'autant plus solide que cette base sera plus large; sous ce rapport, la largeur des pieds est loin d'être indifférente.

L'observation apprend que la station est aussi solide que possible quand les deux pieds, dirigés en avant et placés sur deux lignes parallèles, seront séparés par un espace égal à la longueur de l'un d'eux. Si l'on agrandit latéralement la base de sus-

tentation en écartant les pieds, la station devient plus solide dans ce sens, mais elle perd de la solidité d'avant en arrière. C'est l'opposé quand on place un pied en avant et l'autre en arrière.

Plus la base de sustentation est diminuée, moins la station est solide, et plus elle nécessite d'efforts musculaires pour être maintenue. C'est ce qui arrive quand on s'élève sur la pointe des pieds. Dans ce cas, les pieds ne touchent plus le sol que par l'espace compris entre l'extrémité antérieure des os du métatarse et l'extrémité des orteils : ce mode de station est fatigant et ne peut être long-temps soutenu. Quelques personnes, les danseurs, par exemple, peuvent s'élever jusque sur l'extrémité des orteils : on conçoit que cette position doit présenter encore plus de difficulté. Au reste, quelle que soit la partie du pied qui touche le sol, elle est toujours comprise parmi les quatre parties que nous avons désignées au commencement de cet article, et l'on ne peut méconnaître l'utilité des paquets de tissu cellulaire graisseux qui y correspondent.

La station deviendra de même très-pénible ou même impossible, si les pieds reposent sur un plan très-étroit, une corde tendue, par exemple.

En général, toute cause qui rétrécira la base de sustentation diminuera la solidité de la station dans la proportion de la diminution de cette base, comme le prouvent les individus qui ont accidentellement perdu les orteils par la congélation, ceux qui sont privés de la partie antérieure du pied à la suite de l'amputation partielle, ceux qui ont une ou deux jambes de bois, ceux qui font usage d'échâsses, et enfin, dans ce dernier cas, la station est encore rendue plus difficile par l'éloignement du centre de gravité de la base de sustentation.

La station sur deux pieds peut avoir lieu dans une infinité de positions différentes du corps, autres que la droite. Le tronc peut être penché en avant, en arrière, ou latéralement; les membres inférieurs peuvent être fléchis de diverses manières. Si l'on a bien compris ce que nous avons dit de la station debout, il sera facile de se rendre raison des attitudes dont il est ici question.

Station sur un seul pied.

Dans certaines circonstances, on se tient debout sur un seul pied. Cette attitude est nécessairement fatigante; elle exige, de la part des muscles qui environnent l'articulation de la hanche, une action forte et soutenue, d'où résulte l'équilibre du bassin sur un seul fémur; et comme le corps, et par conséquent le bassin, tend à s'incliner du côté de la jambe qui n'appuie pas sur le sol, il faut, de la part des muscles grand, moyen, et petit fessiers, du fascia-lata, des jumeaux, du pyramidal, des obturateurs, du carré, une contraction telle, que le tronc soit retenu. Ne perdons pas l'occasion de remarquer ici l'usage du col du fémur et de la saillie du grand trochanter : il est clair qu'ils rendent beaucoup moins oblique l'insertion des muscles qui viennent d'être nommés, et que, par là, il y a moins de déchet dans la force avec laquelle ils se contractent.

Il n'est pas nécessaire d'ajouter que, dans la station sur un seul pied, la base de sustentation n'est représentée que par la surface du sol recouverte par le pied, et qu'ainsi elle est toujours moins solide que la station sur deux pieds, quelle que soit la position de ceux-ci. Elle deviendra encore plus difficile et plus chancelante, si, au lieu d'appuyer sur le sol par toute l'étendue de la face inférieure du pied, on ne le touche que par la pointe de cette partie. Il n'est guère possible de conserver une semblable attitude au-delà de quelques instans.

Station sur les genoux.

La base de la sustentation dans cette position semble, au premier abord, être fort large; et comme le centre de gravité est baissé, on pourrait penser qu'elle est beaucoup plus solide que la station sur deux pieds : mais la largeur de la base qui soutient le poids du corps est loin d'être mesurée par toute la surface des deux jambes qui touchent le sol. La rotule, à peu près seule, transmet la pression au sol; aussi la peau qui la recouvre se trouve-t-elle fortement comprimée, et n'étant point soutenue par de la graisse élastique, comme on le voit pour la peau du pied, elle serait bientôt blessée si cette position était prolongée. C'est pour diminuer les effets de cette pression que l'on place un coussin sous la rotule lorsqu'on doit rester long-temps à genoux, ou bien qu'on transmet au sol, par un corps intermédiaire sur lequel on appuie la partie supérieure du tronc, une partie du poids du corps. C'est dans la même vue, c'est-à-dire pour répartir sur une plus grande étendue la pression causée par le poids du corps, qu'on laisse les cuisses fléchir en arrière et se porter sur les jambes et les talons : alors la station devient très-solide et peu fatigante, parce que la base de sustentation et très-large est que le centre de gravité en est très-voisin.

Attitude assise.

On peut être assis de diverses manières : sur le sol, les jambes étendues en avant; sur un siége bas; sur un siége ordinaire, les pieds touchant le sol; enfin sur un siége élevé, les pieds ne touchant pas le sol, étant au contraire suspendus; le dos étant ou n'étant pas appuyé.

Dans toutes les positions assises où le dos n'est pas soutenu et où les pieds appuient sur le sol, le poids du tronc est transmis au sol par le bassin, dont la largeur en bas est plus considérable chez l'homme que dans aucun animal. La base de sustentation du tronc devient distincte de celle des membres inférieurs; elle est représentée par l'étendue qu'occupent les fesses sur le plan résistant qui les soutient. Plus elles seront volumineuses, chargées de graisse, et plus l'attitude assise aura de solidité.

Lorsque dans l'attitude assise le dos n'est point appuyé, elle nécessite la contraction permanente des muscles postérieurs du tronc, qui s'opposent à la chute de celui-ci en avant : aussi ne laisse-t-elle pas d'être fatigante, comme on peut le remarquer en restant long-temps assis sur un tabouret. Il n'en est pas de même lorsque le dos est soutenu par un corps solide, comme il arrive quand on est assis sur un fauteuil : alors les seuls muscles qui soutiennent la tête ont besoin d'agir, et sont les seuls qui se fatiguent. Les chaises longues sont disposées pour empêcher cet inconvénient, puisqu'elles soutiennent et le dos et la tête. Quelle que soit cependant la manière dont on est assis, on peut conserver assez long-temps cette attitude, 1o parce qu'elle ne comporte que la contraction de peu de muscles; 2o parce que la base de sustentation est large, et que le centre de gravité en est peu élevé; 3o parce que les fesses, en raison de l'épaisseur de la peau et de la masse de graisse qu'elles contiennent, peuvent, sans inconvénient, supporter une pression forte et prolongée.

Du coucher.

Le coucher est la seule position du corps qui ne demande aucun effort musculaire; aussi est-ce l'attitude du repos, celle des personnes débiles ou des malades qui ont une grande prostration de forces; c'est aussi celle que l'on peut conserver

le plus long-temps. Le seul organe qui se fatigue dans cette position, c'est la peau qui correspond à la base de sustentation; la pression du poids du corps, quoique répartie sur une très-grande étendue et n'ayant que peu d'action sur chaque point en particulier, suffit pour déterminer de la gêne d'abord, et bientôt de la douleur. Et si la position reste long-temps la même, comme cela se voit dans certaines maladies, la peau s'excorie et se gangrène, particulièrement dans les points qui supportent la pression la plus forte, comme à la face postérieure du bassin, aux grands trochanters, etc. C'est pour éviter les inconvéniens de cette pression qu'on recherche, pour se coucher, les lits dont la mollesse et l'élasticité permettent un répartition plus égale de la pression sur tous les points de la peau correspondans à la base de sustentation.

Des mouvemens.

On reconnait deux espèces de mouvemens : les premiers ont pour but de changer la position réciproque des parties du corps; les seconds changent les rapports du corps avec le sol : les uns sont appelés *partiels,* les autres *locomoteurs.*

Des mouvemens partiels.

La plupart des mouvemens partiels font partie inhérente des diverses fonctions. Plusieurs ont déjà été décrits, d'autres le seront à leur tour. Nous ne traiterons ici que de ceux qui peuvent être isolés de l'histoire des fonctions. Nous allons successivement parler de ceux de la face, de ceux de la tête, de ceux du tronc, de ceux des membres supérieurs, enfin de ceux des membres inférieurs.

Mouvemens partiels de la face.

Il est aisé de remarquer que les mouvemens ont deux buts distincts : le premier, de concourir aux sensations de la vue, de l'odorat et du goût, ainsi qu'à la préhension des alimens, à la mastication, à la déglutition, à la voix et à la parole; le second, d'exprimer les actes intellectuels et les passions.

Mouvemens des paupières.

Les mouvemens des paupières peuvent être rapportés *au clignement,* c'est-à-dire au mouvement par lequel les bords libres se rapprochent, se touchent, et quelquefois s'appuient avec plus ou moins de force l'un contre l'autre.

Les muscles qui exécutent ces mouvemens sont l'orbiculaire et l'élévateur de la paupière; les nerfs qui se distribuent dans l'orbiculaire sont le facial, et une partie des branches de la cinquième paire. Le nerf de l'élévateur de la paupière est une branche de la troisième paire.

M. Charles Bell a montré, par l'expérience, que la section du nerf facial fait cesser les mouvemens d'abaissement des paupières: l'œil reste en contact avec l'air, et l'animal ne cligne plus, soit spontanément, soit quand un corps étranger touche sa conjonctive; j'ai répété plusieurs fois cette expérience, elle est parfaitement exacte.

J'ai trouvé, dans mes recherches sur la cinquième paire, que la section du tronc de ce nerf, faite dans le crâne, arrête aussi les mouvemens de clignement; les muscles des paupières ne sont cependant pas paralysés, car la lumière du soleil, introduite brusquement dans l'œil, détermine le clignement; il paraît donc que le

retour périodique du clignement est lié à la sensibilité de la conjonctive, et que la destruction de cette propriété entraîne la cessation du clignement. Ce mouvement paraît donc être produit par un acte assez compliqué du système nerveux. Nous voyons en effet que toute gêne, toute irritation de la conjonctive, toute menace inattendue, nous fait cligner; enfin si nous nous efforçons de ne pas cligner pendant quelque temps, nous ressentons une sensation pénible sur la conjonctive.

Nous pouvons en outre conclure de mes expériences que la cinquième paire exerce sur la septième une influence analogue à celle qu'elle a sur les nerfs des sens spéciaux.

Mouvemens de l'œil.

Aucun organe ne présente un appareil moteur aussi compliqué que l'œil, sous le rapport du nombre des muscles, et surtout par celui des paires de nerfs qui y concourent; nous voyons dans l'orbite les quatre muscles droits de l'œil, les deux obliques; la troisième, la quatrième et la sixième; ces trois nerfs sont à peu près exclusivement destinés aux muscles, et, par conséquent, aux mouvemens du globe oculaire.

Avant de rechercher quel est le mécanisme des mouvemens de l'œil, et quels en sont les agens, il faut d'abord rechercher quels sont les mouvemens de cet organe.

M. Charles Bell a fait dernièrement remarquer que si on entr'ouvre les paupières d'une personne endormie, on reconnaît que la cornée et la pupille sont dirigées en haut et placées sous la paupière supérieure; c'est encore ce qui se voit chez les personnes très-faibles et près de perdre connaissance : les yeux ne se dirigent plus sur rien, et, en général, le globe tend à s'élever et tourne de bas en haut. Le même phénomène se montre aux approches de la mort : alors la cornée opaque, ou le blanc de l'œil, paraît seul dans l'écartement des paupières; les médecins ont depuis long-temps signalé ce fait comme un des plus funestes présages.

Les attaches des muscles droits de l'œil indiquent assez leurs usages, et ce que l'anatomie annonçait a été confirmé par quelques expériences de M. Charles Bell.

Le même physiologiste, désirant s'assurer si les muscles obliques ne font éprouver à l'œil que des mouvemens latéraux, a attaché au tendon de l'oblique supérieur un fil mince à l'extrémité duquel pendait un anneau de verre, dont le poids tirait hors de l'orbite le tendon. En touchant l'œil avec une plume, j'ai vu, dit-il, par la contraction du muscle, l'anneau tiré en haut et plusieurs fois avec assez de force pour qu'il échappât de mon doigt.

Le même auteur a coupé en travers le tendon de l'oblique supérieur d'un singe : l'animal a d'abord éprouvé quelque trouble, mais ensuite l'œil a repris son expression naturelle, comme s'il n'avait subi aucune opération. La section de l'oblique inférieur sur un autre singe n'a point eu d'autres résultats.

M. Bell, ayant coupé l'oblique supérieur sur un singe, agita sa main devant les yeux de l'animal : l'œil droit se dirigea d'une manière très-prononcée en haut et en dedans, tandis que le gauche offrait le même mouvement, mais moins étendu; en outre, lorsque l'œil droit avait pris cette position, il s'abaissait avec difficulté.

La conclusion générale de ces expériences, est que la section des muscles obliques n'empêche pas les mouvemens de l'œil relatifs à la vue, et que l'usage principal de ces muscles est de présider aux mouvemens par lesquels l'œil se soustrait à l'action des corps étrangers, et que M. Bell regarde comme involontaires.

Malgré l'intérêt que présentent ces recherches, nous ne pouvons encore nous flatter de connaître parfaitement le mécanisme des mouvemens de l'œil; j'ai observé divers faits qui nous indiquent la nécessité de nouvelles expériences.

Si l'on blesse le pédoncule du cervelet, et surtout si on en fait une section complète sur un lapin, les yeux prennent une position fixe fort remarquable.

L'œil du côté blessé est porté en bas et en avant; celui du côté opposé est fixé en

haut et en arrière, et, par conséquent, dans une position directement opposée à l'œil opposé.

Le même résultat se montre par la section de la partie médullaire du cervelet, par celle du pont de varole, et par celle de la partie latérale de la moelle alongée.

La première fois que j'ai observé ce phénomène, je crus qu'il dépendait de quelque lésion que je faisais involontairement à la quatrième paire de nerfs, dont l'origine avoisine de si près le cervelet; mais je me convainquis bientôt qu'il n'en était rien : mes dissections, après la mort des animaux, ne me laissèrent aucun doute.

Mais pour mieux éclaircir cette idée, je coupai sur plusieurs animaux vivans la quatrième paire, soit d'un seul côté, soit des deux, et je n'ai pas vu sans surprise que cette section n'entraînait aucune modification dans la position des yeux. Je poursuis en ce moment cette recherche sur les autres nerfs de l'orbite; mais ce résultat nous suffit pour montrer que le cerveau influe sur la position et le mouvement des yeux d'une manière encore inexplicable.

Indépendamment des mouvemens de la face, qui concourent à la vision, il en est d'autres qui concourent à l'odorat, au goût, à la voix, à la parole, etc., et dont nous avons déjà parlé; il en est qui servent à la préhension des alimens, à la mastication, à la déglutition, etc., et dont nous parlerons en leur lieu.

Les muscles du visage déterminent, dans cette partie, des mouvemens qui ont pour usage d'exprimer certains actes intellectuels, les diverses dispositions de l'esprit, les désirs instinctifs et les passions. Le plaisir et la douleur, la joie et la tristesse, les désirs et la crainte, la colère, l'amour, etc., ont chacun une expression faciale qui les caractérise. Cependant les affections douloureuses ou tristes, les désirs violens, sont marqués en général par la contraction du visage : les sourcils sont froncés, la bouche rétrécie, ses commissures portées en bas; au contraire, dans les affections douces, gaies, dans les sensations agréables, les désirs satisfaits, la figure s'épanouit, les sourcils s'élèvent, les paupières s'écartent, les angles de la bouche sont tirés en haut et en dehors, ce qui produit le sourire. Le plus souvent les personnes chez lesquelles les diverses expressions sont le plus marquées, ou qui ont de la *physionomie*, comme l'on dit dans le langage du monde, sont douées d'une vive sensibilité. C'est ordinairement le contraire pour les personnes dont le visage est immobile ou qui n'offre que des expressions peu prononcées. Lorsqu'une certaine disposition d'esprit ou une passion devient continue pendant un certain temps, les muscles qui sont habituellement contractés pour l'exprimer, acquièrent plus de volume, prennent une prépondérance manifeste sur les autres muscles de la face : alors la physionomie conserve l'expression de la passion, même dans les momens où celle-ci ne se fait pas sentir, ou long-temps après qu'elle a cessé. Aussi la considération de la physionomie est-elle réellement un très-bon moyen de juger du caractère ou des passions habituelles d'un individu.

D'après les expériences de M. Charles Bell, confirmées aujourd'hui par plusieurs faits pathologiques péremptoires, il est prouvé que le nerf facial est celui qui préside aux divers mouvemens d'expression de la physionomie; si à la suite d'une opération ce nerf est coupé, ou s'il est altéré par quelque maladie, toute expression du côté de la face dont le nerf est malade est perdue, bien que sa sensibilité soit intacte. Nous avons déjà dit que ce dernier phénomène dépend des branches de la cinquième paire.

La coloration ou la décoloration de la peau du visage est encore un puissant moyen d'expression de l'intelligence et des passions; nous en traiterons à l'article *Circulation capillaire*.

Mouvemens de la tête sur la colonne vertébrale.

La tête peut s'incliner en avant, en arrière et latéralement; elle peut en outre exécuter des mouvemens de rotation, tantôt à droite, tantôt à gauche. Les mouvemens

par lesquels la tête est inclinée, soit en avant, soit en arrière, soit sur les côtés, s'ils ont peu d'étendue, se passent dans l'articulation de la tête avec la première vertèbre cervicale; s'ils en ont davantage, toutes les vertèbres du cou y prennent part. Les mouvemens de rotation se passent essentiellement dans l'articulation de l'*atlas* et de l'*axis*, évidemment destinée à cet usage. Ces divers mouvemens, qui se combinent fréquemment entre eux, sont déterminés par la contraction successive ou simultanée des muscles qui de la poitrine et du cou se portent à la tête.

Il est aisé de voir que les mouvemens de la tête favorisent la vue, l'ouïe et l'odorat; ils sont aussi utiles pour la production des différens tons de la voix, en permettant l'alongement ou le raccourcissement de la trachée et du tuyau vocal, etc. Ces mouvemens servent aussi comme moyen d'expression de l'intelligence : l'approbation, le consentement, le refus, se marquent par certains mouvemens de la tête sur le cou; quelques passions entraînent aussi des mouvemens ou des attitudes particulières de la tête.

Mouvemens du tronc.

On ne parlera dans cet article que des mouvemens particuliers à la colonne vertébrale; ceux qui sont propres à la poitrine, à l'abdomen, au bassin, seront exposés ailleurs.

Flexion, extension, inclinaisons latérales, circonduction et rotation, tels sont les mouvemens qu'exécute la colonne vertébrale en totalité, tels sont aussi ceux qu'exerce chacune de ses régions et même chaque vertèbre en particulier.

Ces divers mouvemens se passent dans le fibro-cartilage inter-vertébral; ils sont d'autant plus faciles et plus étendus que ces corps sont plus épais et plus larges : pour cette raison, les mouvemens des portions lombaire et cervicale de la colonne vertébrale sont évidemment plus libres et plus considérables que ceux de la portion dorsale. Chacun sait que les fibro-cartilages cervicaux, et surtout les lombaires, sont proportionnellement plus épais que les dorsaux.

Dans les mouvemens de flexion, soit en avant, soit en arrière, soit latéralement, les fibro-cartilages sont affaissés dans le sens de la flexion et alongés du côté opposé; plus ils sont épais et mieux ils prêtent à un affaissement considérable. C'est une des raisons pour lesquelles la flexion en avant a beaucoup plus d'étendue qu'aucun autre mouvement de la colonne vertébrale.

Dans la rotation, la totalité des cartilages inter-vertébraux doit supporter un alongement dans le sens même des lames qui les composent. Leur centre présente une matière molle et à peu près fluide; la circonférence seule offre une résistance considérable, et cependant, dans les mouvemens par lesquels les vertèbres se rapprochent, cette circonférence cède assez pour former une sorte de bourrelet entre les deux os. La disposition des facettes articulaires des apophyses est une des circonstances qui influent davantage sur l'étendue et le mode des mouvemens réciproques des vertèbres.

Lorsqu'on envisage la colonne vertébrale dans ses mouvemens de totalité, elle représente un levier du troisième genre, dont le point d'appui est dans l'articulation de la cinquième vertèbre lombaire avec le sacrum; la puissance, dans les muscles qui s'insèrent aux vertèbres ou aux côtes; et la résistance, dans la pesanteur de la tête, des parties molles du cou, de la poitrine, et en partie de l'abdomen. Chaque vertèbre, prise isolément, au contraire, représente un levier du premier genre, dont le point d'appui est au milieu, sur la vertèbre placée immédiatement au-dessous. La puissance et la résistance sont alternativement en avant ou en arrière, ou l'une à droite et l'autre à gauche, à l'extrémité des apophyses transverses.

Fréquemment, les mouvemens de la colonne vertébrale sont accompagnés de ceux du bassin sur les fémurs; ils paraissent alors avoir une étendue qu'ils sont loin d'avoir réellement.

Les mouvemens de la colonne vertébrale ont le plus souvent pour usage de favoriser ceux des membres supérieurs et inférieurs, et de rendre moins fatigantes ou plus supportables les diverses attitudes ou positions que prend le corps en totalité.

Mouvemens des membres supérieurs.

Les membres supérieurs étant les agens principaux par lesquels nous imprimons directement ou indirectement aux corps qui nous environnent les changemens qui nous sont avantageux, devaient présenter une extrême mobilité, réunie à une solidité assez grande. On observe, en effet, que dans ces membres plusieurs os longs y ont une longueur considérable et qu'ils sont menus; les os courts y sont peu volumineux : les uns et les autres sont peu pesans; les surfaces articulaires ont de petites dimensions; les muscles sont très-nombreux, leurs fibres souvent très-longues. Les os représentent presque toujours des leviers du troisième genre, favorables, comme nous l'avons dit, à l'étendue et à la rapidité des mouvemens. Aussi, soit que l'on considère les membres supérieurs dans leurs mouvemens de totalité relativement au tronc, soit que l'on envisage leurs mouvemens partiels, on s'aperçoit aisément qu'ils réunissent à un haut degré l'étendue, la vitesse et la variété des mouvemens.

La solidité de ces membres n'est pas moins digne d'être remarquée. Dans une foule de cas, ils ont à supporter des efforts considérables, comme quand on s'appuie sur une canne, quand on tombe en avant et que les mains supportent tout le choc de la chute, etc.

Il nous est impossible d'entrer dans les détails de ce mécanisme merveilleux; on peut lire sur ce point l'*Anatomie descriptive* de Bichat, dont le génie s'est exercé avec beaucoup d'avantage dans l'exposition de la mécanique animale.

Les membres supérieurs sont essentiellement utiles pour l'exercice du toucher, dont la main est le principal organe; ils aident à l'action des autres sens, en rapprochant ou éloignant les corps, ou en les plaçant dans les circonstances favorables pour qu'ils puissent agir sur eux. Leurs mouvemens concourent puissamment à l'expression des actes intellectuels et instinctifs. Les gestes forment un véritable langage, qui est susceptible d'acquérir une grande perfection quand il devient de première utilité comme il arrive chez les sourds-muets. Dans ce cas, les gestes ne peignent pas seulement les sentimens, les besoins, les passions, mais ils expriment jusqu'aux moindres nuances de la faculté de penser.

Les membres supérieurs sont souvent utiles dans les différentes attitudes du corps. Dans quelques cas ils transmettent au sol une partie du poids de celui-ci, et ils agrandissent par conséquent la base de sustentation : c'est ce qui se voit lorsqu'on s'appuie sur un bâton, lorsqu'étant à genoux on pose les mains à terre, lorsqu'étant assis sur un plan horizontal, on s'appuie sur un ou sur les deux coudes, etc.

Ils peuvent encore assurer la solidité de la station en se portant dans le sens opposé à celui où le corps tend à tomber par l'effet de sa pesanteur. On verra tout-à-l'heure qu'ils ne sont pas inutiles dans les divers modes de progression.

Mouvemens des membres inférieurs.

Quoique l'analogie de structure soit manifeste entre les membres supérieurs et les inférieurs, il n'est pas moins évident que chez les derniers la nature a beaucoup plus fait pour la solidité et l'étendue des mouvemens, que pour la vitesse et la variété de ceux-ci; cette disposition était bien nécessaire, car il est rare que ces membres se meuvent sans supporter le poids du corps; et ce sont eux qui sont les principaux agens de notre locomotion.

Cependant, quand nous imprimons quelques modifications aux corps extérieurs par les membres inférieurs, ils se meuvent indépendamment du tronc : ainsi, quand nous changeons la forme d'un corps en le pressant avec le pied, quand nous le dé-

plaçons en le frappant avec cette partie; quand nous exerçons le toucher avec le pied pour juger, par exemple, de la résistance du sol sur lequel nous nous proposons de marcher, etc., il est clair que les divers mouvemens qui se développent alors n'entraînent pas celui du tronc.

Nous ne décrirons pas ici en particulier les divers mouvemens généraux ou partiels que peuvent effectuer les membres, nous traiterons seulement d'une manière abrégée des divers modes de locomotion, c'est-à-dire des mouvemens par lesquels le corps est transporté d'un lieu dans un autre, et qui sont la *marche*, la *course*, le *saut*, et le *nager*.

Mouvemens de locomotion.

De la marche.

L'action de marcher ne s'exécute pas toujours de la même manière : on marche en avant, en arrière, sur les côtés, et dans les directions intermédiaires à celles-là; on marche sur un plan ascendant ou descendant, sur un sol solide ou mobile; la marche diffère aussi par la grandeur et la vitesse des pas, etc.

Quel que soit le mode de la marche, elle se compose nécessairement de la succession des pas; en sorte que la description de la marche n'est que celle de la manière dont on fait une suite de pas. C'est donc *le pas* qu'il convient de faire connaître avec ses principales modifications.

En supposant l'homme debout, les deux pieds placés l'un à côté de l'autre, et devant marcher sur un plan horizontal, et d'un pas ordinaire pour l'étendue et pour la vitesse, il doit incliner quelque peu le tronc de côté et en avant, fléchir en même temps la cuisse opposée sur le bassin, et la jambe sur la cuisse, afin de détacher le pied du sol. La flexion de la cuisse entraîne le transport en avant de tout le membre inférieur, qui bientôt s'appuie sur le sol; c'est d'abord le talon qui pose, et successivement toute la plante. Pendant que ce mouvement s'effectue, le bassin éprouve un mouvement de rotation horizontale sur la tête du fémur du membre qui est resté immobile. Cette rotation du bassin sur la tête du fémur a pour résultat: 1º de porter en avant la totalité du membre qui s'est détaché du sol; 2º de porter aussi en avant le côté du corps correspondant au membre qui se meut, tandis que le côté correspondant au membre immobile reste en arrière. Ces deux effets sont à peine sensibles dans *les petits pas*; ils sont très-marqués dans *les pas ordinaires*; mais ils le sont bien davantage dans *les grands pas*. Jusqu'ici il n'y a point eu de progression, la base de sustentation est seulement modifiée. Pour que le pas soit achevé, il faut que le membre resté en arrière se rapproche, se place sur la même ligne, ou dépasse celui qui a été porté en avant. Pour cela, le pied qui est en arrière se détache du sol, successivement du talon vers la pointe, par un mouvement de rotation, dont le centre est dans l'articulation des os du métatarse avec les phalanges, de manière qu'à la fin de ce mouvement le pied ne touche plus le sol que par ces dernières. De ce mouvement du pied résulte un alongement du membre, dont l'effet est de porter le côté correspondant du tronc en avant, et de déterminer la rotation du bassin sur la tête du fémur du membre primitivement porté en avant. Une fois ce mouvement produit, le membre se fléchit; le genou est dirigé en avant, le pied détaché du sol; puis, la totalité du membre exécute les mêmes mouvemens qu'a précédemment exécutés celui du côté opposé.

Par la succession de ces mouvemens des membres inférieurs et du tronc, s'établit la marche, dans laquelle les têtes des fémurs sont tour-à-tour les points fixes sur lesquels le bassin tourne comme sur un pivot, en décrivant des arcs de cercle d'autant plus étendus que les pas sont plus grands.

Pour que la marche se fasse en ligne droite, il faut que les arcs de cercle décrits par le bassin et que l'extension des membres, lorsqu'ils sont portés en avant, soient

égaux : sans quoi on se déviera de la ligne droite, et le corps sera dirigé du côté opposé du membre dont les mouvemens seront plus étendus; et comme il est difficile de faire exécuter successivement aux deux membres exactement la même étendue de mouvement, on tend toujours à se dévier, et l'on se dévierait réellement si la vue ne nous avertissait de la nécessité de corriger cette déviation. On peut se convaincre de cette vérité en marchant quelque temps les yeux fermés.

Nous avons exposé le mécanisme du marcher en avant, il ne sera pas difficile de se faire une idée de la marche en arrière et de la latérale.

Dans le pas que l'on fait pour reculer, l'une des cuisses se fléchit sur le bassin en même temps que la jambe se fléchit sur la cuisse; l'entension de la cuisse sur le bassin succède, et la totalité du membre est portée en arrière; ensuite la jambe s'étend sur la cuisse, la pointe du pied touche le sol et bientôt toute sa surface inférieure. Au moment où le pied dirigé en arrière s'applique sur le sol, celui qui est demeuré en avant s'élève sur la pointe; le membre correspondant se trouve alongé; le bassin, poussé en arrière, fait une rotation sur le fémur du membre dirigé en arrière; le membre qui est en avant quitte entièrement le sol, et se porte lui-même en arrière, afin de fournir un point fixe à une nouvelle rotation du bassin, qui sera produite par la membre opposé.

Lorsque nous voulons exécuter le pas latéral, nous fléchissons d'abord légèrement l'une des cuisses sur le bassin, afin de détacher le pied du sol; nous portons ensuite tout le membre dans l'abduction, puis nous l'appuyons sur le sol; nous rapprochons immédiatement l'autre membre de celui qui a été d'abord déplacé, et ainsi de suite. Dans ce cas il ne peut y avoir de rotation du bassin sur les fémurs.

Si nous marchons sur un plan ascendant, la fatigue se fait bientôt sentir : c'est que, dans ce genre de progression, la flexion du membre porté d'abord en avant doit être plus considérable, et que le membre resté en arrière doit non-seulement faire exécuter au bassin le mouvement de rotation dont il vient d'être question, mais il faut encore qu'il soulève le poids total du corps, afin de le transporter sur le membre qui est en avant. La contraction des muscles antérieurs de la cuisse portée en avant est la cause principale de ce transport du corps; aussi ces muscles se fatiguent-ils beaucoup dans l'action de monter un escalier ou tout autre plan ascendant.

Pour une raison opposée, la marche sur un plan descendant est aussi plus pénible que celle qui se fait sur un plan horizontal. Ici, ce sont les muscles postérieurs du tronc qui doivent se contracter avec force pour s'opposer à la chute du corps en avant.

Tous les modes de progression que nous venons de décrire rapidement, nécessitant des mouvemens faciles de toutes les articulations des membres inférieurs et une égale action de la part de chacun de ces membres, la moindre gêne dans les glissemens des surfaces articulaires, la moindre différence dans la longueur ou dans la forme des os des deux membres, ainsi que dans la force de contraction des muscles, entraînent nécessairement des altérations sensibles dans la progression, et la rendent plus ou moins difficile.

Du saut.

Si l'on examine avec attention le mode de mouvement qui va nous occuper, on reconnaîtra que le corps de l'homme y devient un véritable projectile, et qu'il en suit toutes les lois.

Le saut peut avoir lieu directement en haut, en avant, en arrière ou latéralement, etc.; mais, dans tous les cas, il faut y considérer les phénomènes qui le précèdent et ceux qui l'accompagnent. Toute espèce de saut nécessite la flexion antécédente d'une ou de plusieurs articulations du tronc et des membres inférieurs; l'extension subite des articulations fléchies est la cause particulière du saut.

Supposons le saut vertical exécuté de la manière la plus ordinaire : la tête est un peu fléchie sur le cou ; la colonne vertébrale est courbée en avant ; le bassin est fléchi sur la cuisse, la cuisse sur la jambe, et celle-ci sur le pied ; ordinairement le talon ne presse que légèrement le sol, ou l'a abandonné entièrement. A cet état de flexion général succède brusquement une extension de toutes les articulations fléchies ; les diverses parties du corps sont rapidement élevées avec une force qui surpasse leur pesanteur d'une quantité variable ; ainsi la tête et le thorax sont dirigés en haut par l'extension et le redressement de la colonne vertébrale ; le tronc, en totalité, est dirigé dans le même sens par l'extension du bassin sur les fémurs ; les cuisses, en se relevant rapidement, agissent de la même manière sur le bassin ; les jambes à leur tour poussent les cuisses. De tous ces efforts réunis résulte une force de projection telle que le corps en totalité est lancé en haut, et qu'il s'élève tant que cette force surmonte sa pesanteur ; après quoi, il retombe sur le sol, en présentant les mêmes phénomènes que tout autre corps qui tombe en obéissant à son poids.

Dans la détente générale qui produit le saut, l'action musculaire ne se fait pas partout avec la même intensité : il est clair qu'elle doit être plus grande là où le poids à soulever est plus considérable ; c'est pourquoi les muscles qui déterminent le mouvement d'extension de la jambe sur le pied sont ceux qui développent le plus d'énergie, puisqu'ils ont à soulever le poids total du corps, et à lui imprimer une impulsion qui surmonte sa pesanteur. Ces muscles présentent aussi la disposition la plus favorable : ils sont extrêmement forts ; ils s'insèrent perpendiculairement au levier qu'ils doivent mouvoir (le calcanéum), et ils agissent par un bras de levier qui a une longueur considérable.

Il faut remarquer que le saut vertical ne résulte d'aucune impulsion directe, mais qu'il en a une moyenne entre les impulsions opposées qu'éprouvent le corps et les membres inférieurs dans l'instant du saut. En effet, le redressement de la tête, de la colonne vertébrale et du bassin, porte autant le tronc en arrière qu'en haut ; le mouvement de rotation des fémurs sur les tibias porte au contraire le tronc autant en avant qu'en haut. C'est l'opposé pour le mouvement de la jambe, qui tend à diriger le tronc en haut et en arrière : quand le saut doit être vertical, les efforts qui portent le tronc en avant ou en arrière se détruisent les uns les autres ; l'effort en haut est le seul qui ait son effet.

Le saut doit-il avoir lieu en avant, le mouvement de rotation de la cuisse prédomine sur les impulsions en arrière, et le corps est transporté dans ce sens ; le saut se fait-il en arrière, c'est le mouvement d'extension de la colonne vertébrale et du tibia sur le pied, qui l'emporte, etc.

La longueur des os des membres inférieurs est avantageuse pour l'étendue du saut. Le saut en avant, par lequel on franchit des espaces plus considérables qu'avec aucune des autres manières de sauter, doit cet avantage à la longueur du fémur.

Quelquefois on fait précéder le saut d'une course plus ou moins longue, on *prend son élan*, comme on dit ; l'impulsion qu'acquiert le corps par cette course préliminaire s'ajoute à celle qu'il reçoit à l'instant du saut, d'où il résulte que celui-ci a plus d'étendue.

Les bras ne sont point inutiles à la production du saut ; ils sont rapprochés du corps dans le moment où les articulations sont fléchies ; ils s'en écartent, au contraire, dans le moment où le corps abandonne le sol. La résistance qu'ils présentent aux muscles qui les élèvent donne occasion à ces muscles d'exercer sur le tronc une traction en haut, qui concourt au développement du saut. Les bras rempliront d'autant mieux cet usage, qu'ils présenteront une certaine résistance à la contraction des muscles qui les élèvent. Les anciens avaient fait cette remarque ; ils portaient dans chaque main des poids nommés *haltères*, quand ils voulaient s'exercer au saut. Par le balancement préliminaire des bras, on peut aussi favoriser la production du saut horizontal, en imprimant une impulsion en avant ou en arrière de la partie supérieure du tronc.

Un seul membre inférieur suffit pour produire le saut, comme il arrive quand on saute à *cloche-pied;* mais on conçoit que le saut doit nécessairement être moins étendu que lorsqu'il est exercé simultanément par les deux membres inférieurs. Tantôt on saute les deux pieds rapprochés et parallèles, ou à *pieds joints;* tantôt l'un des pieds se porte en avant pendant la projection du corps : c'est alors ce pied qui reçoit le poids du corps à l'instant où il vient toucher le sol.

Aucune espèce d'impulsion ne peut être communiquée au corps par le plan qui le soutient au moment du saut, à moins que ce plan, étant très-élastique, ne joigne sa réaction à l'effort des muscles qui déterminent le mouvement de projection du corps. Dans les cas les plus fréquens, le sol ne sert au saut qu'en résistant à la pression qu'exerce sur lui le pied. Personne n'ignore qu'il est à peu près impossible de sauter quand le sol est mou et qu'il cède à la pression des pieds.

De la course.

La course résulte de la combinaison du pas et du saut, ou plutôt elle consiste dans une suite de sauts exécutés alternativement par un membre, tandis que l'autre se porte en avant ou en arrière pour aller s'appliquer sur le sol et bientôt produire le saut, aussitôt que le premier aura eu le temps de se porter en arrière ou en avant, selon que la course a lieu dans l'une ou l'autre direction. On peut courir avec plus ou moins de rapidité; mais il y a toujours dans la course un moment où le corps est suspendu en l'air, à raison de l'impulsion qui lui est communiquée par le membre resté en arrière, si l'on court en avant. Ce caractère distingue la course de la marche rapide, dans laquelle le pied porté en avant touche le sol avant que celui qui est derrière l'ait quitté.

Pour les mêmes raisons que nous avons indiquées à l'article *de la marche,* la course la moins fatigante est celle qui se fait sur un plan horizontal; celle qui a lieu sur un plan incliné ascendant ou descendant est toujours plus ou moins pénible, et ne peut être continuée long-temps.

Nous ne décrirons pas, même d'une manière abrégée, les nombreuses modifications des mouvemens progressifs de l'homme, tels que le *grimper,* l'action de *gravir,* la marche avec des béquilles, des échâsses, des membres artificiels. Il en sera de même pour les divers mouvemens que comprend l'art de la danse, soit ordinaire, soit sur la corde tendue ou flexible; ceux qu'exécutent les sauteurs, ceux qui appartiennent à l'escrime, à l'équitation, aux différentes professions ou métiers, etc. : des considérations de ce genre seraient très-importantes, mais elles ne peuvent faire partie que d'un traité complet de mécanique animale, ouvrage qui est encore à faire, malgré ceux de Borelli et de Barthez : nous dirons seulement quelques mots de la *natation.*

De la natation.

Le corps de l'homme est en général spécifiquement plus pesant que l'eau; par conséquent, abandonné au milieu d'une masse considérable de ce liquide, il tendra à aller se placer à sa partie inférieure : ce transport se fera d'autant plus facilement, que la surface par laquelle il pressera l'eau sera moins étendue. Si par exemple, le corps est placé verticalement les pieds en bas et la tête en haut, il arrivera beaucoup plus vite au fond que si le corps était placé horizontalement à la surface du liquide. Quelques nageurs à large thorax parviennent cependant à se rendre plus légers que l'eau, et, par conséquent, à rester sans aucun effort à sa surface. Leur procédé consiste à inspirer une grande quantité d'air, dont la légèreté comparative contrebalance la tendance de leurs corps à plonger dans le liquide.

Ce n'est pas en suivant cette pratique que les nageurs se maintiennent ou se meu-

vent à la surface de l'eau, mais par les mouvemens qu'ils font exécuter à leurs membres. Ces mouvemens ont le double but de maintenir le corps à la surface, et de déterminer sa progression. Quelle que soit son intention, le nageur doit agir sur l'eau de telle manière, qu'elle présente une résistance suffisante pour soutenir le corps ou pour permettre son déplacement : dans cette vue, il doit la frapper plus vite qu'elle ne peut fuir, et faire en sorte de porter rapidement l'action des mains ou des pieds sur un grand nombre de points différens, parce que la résistance est d'autant plus grande, que la masse d'eau déplacée est plus considérable. Les mouvemens des membres inférieurs dans la manière la plus ordinaire de nager, la *brassée,* ont beaucoup d'analogie avec ceux qu'ils exécutent dans le saut.

Il y a une multitude de façons de nager, mais dans toutes il est nécessaire de frapper ou de presser l'eau plus vite qu'elle ne peut se déplacer.

Du vol.

Il est impossible à l'homme de voler; sa pesanteur, comparée à celle de l'air, est trop considérable, et la force qu'il développe par la contraction de ses muscles est infiniment trop faible. Toutes les tentatives faites avec l'intention de se soutenir dans l'air à l'aide de machines plus ou moins analogues aux ailes des oiseaux, ont été à peu près également infructueuses.

Influence du cerveau sur les mouvemens.

Des recherches récentes ont donné des renseignemens très-curieux touchant l'influence du cerveau sur les mouvemens. La science s'est enrichie de faits entièrement neufs, et qui permettent d'envisager les mouvemens d'une manière très-différente de celle dont on s'était contenté jusqu'ici.

Je regrette que la nature de cet ouvrage ne me laisse pas la possibilité de présenter tous les détails des expériences; mais je tâcherai, dans le résumé que je vais en faire, de n'omettre rien d'important. Je renvoie d'ailleurs à mon *Journal de Physiologie,* où toutes ces recherches sont consignées.

Influence des hémisphères sur les mouvemens.

Les hémisphères cérébraux peuvent être coupés profondément dans les divers points de leur face supérieure sans qu'il en résulte d'altération dans les mouvemens.

Leur ablation totale même, si elle ne s'étend pas jusqu'aux corps striés, ne produit pas non plus d'effet bien appréciable, et qui ne puisse être facilement rapporté à la souffrance qu'entraîne une pareille expérience.

Les résultats ne sont pas semblables dans toutes les classes de vertébrés ; ceux que je viens de décrire, ont été observés sur les mammifères, et particulièrement sur les chiens, les chats, les lapins, les cochons d'Inde, les hérissons, les écureuils.

Sur les oiseaux, la soustraction, la destruction des hémisphères, les tubercules optiques restant intacts, donne lieu souvent à un état d'assoupissement et d'immobilité qui a été décrit pour la première fois par Rolando ; mais j'ai vu dans nombre de cas des oiseaux courir, sauter, nager, leurs hémisphères étant enlevés; la vue seule paraissait éteinte, ainsi que je l'ai déjà dit.

Quant aux reptiles et aux poissons, sur lesquels j'ai agi, la soustraction des hémisphères ne semble avoir que très-peu d'effet sur les mouvemens de ces animaux : des carpes nagent avec agilité; des grenouilles sautent et nagent comme si elles étaient intactes, etc., etc., et la vue ne paraît pas abolie.

La spontanéité des mouvemens n'appartient donc pas exclusivement aux hémi-

sphères, comme un physiologiste français le prétend. Ce fait, vrai dans certains oiseaux, tels que les pigeons, les corneilles adultes, etc., n'est déjà plus exact pour d'autres oiseaux, mais il est tout-à-fait inapplicable aux mammifères, reptiles et poissons, je veux dire aux espèces que j'ai soumises à l'expérience.

La section longitudinale du corps calleux, et sa soustraction, ne produisent non plus aucun effet apparent sur les mouvemens.

Influence des corps striés sur les mouvemens.

Tant que les hémisphères seuls sont lésés, les choses se passent comme je viens de le dire; mais si l'opération faite pour extraire ces organes se prolonge jusque derrière des corps striés, et si par conséquent ceux-ci se trouvent extraits du crâne, aussitôt l'animal s'élance en avant, et court avec rapidité; s'il s'arrête, il conserve l'attitude de la fuite; ce phénomène est surtout remarquable chez les jeunes lapins : on dirait que l'animal est poussé en avant par une puissance intérieure à laquelle il ne peut résister; dans cette course rapide, il passe quelquefois par-dessus des obstacles qu'il rencontre, mais il ne les voit pas.

Il est fort important de remarquer que ces effets n'arrivent qu'autant que la partie blanche et rayonnée des corps striés est détachée. Si l'on se borne à enlever la matière grise qui forme le segment de cône recourbé, il ne se développe point de modification dans les mouvemens.

Ce qui n'a pas lieu par la soustraction de la matière grise commence à se montrer dès que la blanche est intéressée; l'animal s'agite, marque de l'inquiétude, cherche à s'échapper; cependant si un seul des corps striés est enlevé, il reste encore maître de ses mouvemens et les dirige en divers sens, s'arrête quand il lui plaît; mais immédiatement après la section du second corps strié l'animal se précipite en avant comme poussé par un pouvoir irrésistible.

Une maladie des chevaux paraît avoir la plus grande analogie avec ce singulier phénomène : on la nomme *immobilité;* l'animal qui en est atteint, ou le cheval *immobile,* marche facilement en avant, trotte, et galoppe même avec rapidité; mais il lui est impossible de reculer, et souvent il ne paraît pas maître d'arrêter son mouvement de progression.

J'ai ouvert plusieurs chevaux dans cet état, et j'ai trouvé dans tous une collection aqueuse dans les ventricules latéraux, collection qui devait comprimer les corps striés, et qui même avait altéré leur surface.

Enfin, l'homme lui-même est quelquefois entraîné irrésistiblement à un mouvement en avant. M. Piedagnel a rapporté, dans le tome III de mon *Journal,* un fait de cette nature.

Après la description de divers symptômes cérébraux qu'éprouvait un malade, M. Piedagnel ajoute : « Au moment de la plus grande stupeur, tout-à-coup il se » levait, marchait d'une manière agitée, faisait plusieurs tours dans la chambre, » et ne s'arrêtait que lorsqu'il était fatigué. Un jour la chambre ne lui parut plus » suffisante, il sortit et marcha tant que ses forces le lui permirent; il était resté » dehors environ deux heures, et fut rapporté sur un brancard; il était tombé dans » la rue sans force pour rentrer.

» Le lendemain il partit de nouveau; sa femme voulut l'en empêcher; il se fâcha, » et voulut la battre; dès lors elle le laissa aller, mais le suivit; tout ce qu'elle put » lui dire pour savoir où il allait, pour l'engager à rester, fut inutile; ce ne fut » qu'au bout d'une heure et demie de marche sans but, et comme entraîné par *une* » *force qu'il ne pouvait surmonter,* que, se sentant fatigué, il s'arrêta. » A l'ouverture du corps, on trouva plusieurs tubercules qui intéressaient particulièrement la partie antérieure des hémisphères.

Il devient donc extrêmement probable qu'il existe chez les mammifères et chez

l'homme une force ou une impulsion toujours existante, qui tend à les porter en avant. Dans l'état sain, elle est dirigée par la volonté, et semble contrebalancée par une autre force qui agit en sens inverse, et dont nous allons parler.

Ce phénomène ne se montre point dans les autres classes des vertébrés.

Influence du cervelet sur les mouvemens généraux.

Depuis quelques années l'influence du cervelet sur les mouvemens a été étudiée expérimentalement par plusieurs personnes, mais plus spécialement par M. Rolando de Turin, qui regarde cet organe comme la source de toutes les contractions musculaires.

Cet auteur recommandable a enlevé le cervelet sur des mammifères et des oiseaux, et il a observé que les mouvemens diminuaient en raison de la quantité de cervelet enlevée; il assure que tous les mouvemens cessent quand la totalité de l'organe est extraite.

Se fondant sur ce résultat, qu'il regarde comme général, M. Rolando a cherché à montrer comment le cervelet peut produire des contractions musculaires; le grand nombre de lames alternativement grises ou blanches qu'offre le cervelet, lui paraissent une pile voltaïque qui développe de l'électricité et excite les mouvemens.

Quoique le fait annoncé par M. Rolando se soit souvent présenté à mon observation, je ne puis en admettre l'explication; car j'ai vu, et j'ai fait voir bien des fois, dans mes cours, des animaux privés de cervelet, et qui cependant exécutent des mouvemens très-réguliers.

J'ai vu, par exemple, des hérissons et des cochons-d'Inde privés, non-seulement du cerveau, mais encore du cervelet, se frotter le nez avec leurs pattes de devant quand je leur mettais un flacon de vinaigre sous le nez.

Or, ici un seul fait positif l'emporte en valeur sur tous les faits négatifs; et qu'on ne croie point qu'il y ait eu du doute sur l'exactitude de l'expérience, et sur l'ablation entière du cervelet : l'opération avait été faite de manière qu'il ne pouvait y avoir aucune incertitude à cet égard.

Ces expériences répondent aussi à une autre idée proposée par un physiologiste déjà cité, M. Flourens, qui a donné au cervelet la propriété d'être le *régulateur*, ou le *balancier* des mouvemens.

Un fait qui a été observé par toutes les personnes qui ont expérimenté sur le cervelet, c'est que les lésions de cet organe portent les animaux à reculer et même leur font exécuter ce mouvement évidemment contre leur volonté. J'ai vu souvent des animaux blessés au cervelet faire un effort pour avancer, mais immédiatement être forcés de reculer. J'ai conservé pendant huit jours un canard auquel j'avais emporté la plus grande partie du cervelet, et qui n'a pas fait d'autre mouvement progressif durant tout ce temps, encore était-ce seulement quand je le plaçais sur l'eau.

J'ai vu aussi des lésions de la moelle alongée produire le mouvement de reculer; en sorte qu'il ne faut pas, je pense, le rapporter exclusivement aux blessures du cervelet. Des pigeons auxquels j'avais enfoncé une épingle dans cette partie ont constamment reculé en marchant pendant plus d'un mois, et même volé en arrière, mode de mouvement des plus singuliers, et qui s'éloigne entièrement des allures habituelles de cet oiseau.

La conséquence à déduire de ces expériences se montre d'elle-même : il existe, soit dans le cervelet, soit dans la moelle alongée, une force d'impulsion qui tend à faire marcher en avant les animaux.

Il est fort probable que cette force existe aussi chez l'homme. M. le docteur Laurent, de Versailles, m'a montré il y a quelques années, et a fait voir à l'Académie royale de Médecine, une jeune fille qui, dans des attaques d'une maladie nerveuse,

est obligée de reculer assez rapidement sans pouvoir éviter les corps ou les creux vers lesquels elle se dirige, et sans éviter des chocs et des chutes. Cette force est en opposition directe avec celle dont nous avons parlé à l'occasion des corps striés.

Du reste, cette force de *recul* n'existe que dans les mammifères et les oiseaux ; j'ai souvent enlevé le cervelet à des poissons, et ce qu'on nomme cervelet chez certains reptiles, et je n'ai rien vu qui rappelât les phénomènes dont je viens de parler. Ces animaux continuent leur mouvement à peu près comme s'ils étaient intacts.

Nous venons, par les résultats rapportés, de rendre fort probable l'existence de deux forces ou puissances intérieures qui se feraient équilibre dans l'animal sain, et qui se montreraient dès qu'au moyen d'une lésion des corps striés ou du cervelet, on aurait rendu l'une ou l'autre prépondérante.

Ces deux forces ne paraissent pas les seules qui prennent leur source dans le système cérébro-spinal; il en existe très-probablement deux autres, qui président aux mouvemens latéraux et de rotation du corps.

Influence des pédoncules du cervelet sur les mouvemens.

Si l'un des pédoncules du cervelet est coupé sur un animal vivant, aussitôt l'animal se met à rouler latéralement sur lui-même, comme s'il était poussé par une force assez grande; la rotation se fait du côté où le pédoncule est coupé, et quelquefois avec une telle rapidité, que l'animal fait plus de soixante révolutions dans une minute.

Le même genre d'effet se produit par toutes les sections verticales du cervelet qui intéressent d'avant en arrière l'épaisseur entière de l'arcade médullaire qu'il forme au-dessus du quatrième ventricule; avec cette circonstance remarquable, que le mouvement est d'autant plus rapide, que la section est plus près de l'origine des pédoncules, c'est-à-dire de leur communication avec le pont de varole.

Ces effets ne sont pas bornés à quelques heures : je les ai vus continuer jusqu'à huit jours, sans s'arrêter, pour ainsi dire, un seul instant; les animaux ne semblaient pas souffrir. Ils restaient en repos quand un obstacle mécanique s'opposait à leur rotation ; souvent alors ils avaient les pattes en l'air, et mangeaient dans cette attitude.

Une expérience des plus curieuses est celle où j'ai coupé le cervelet en deux moitiés latérales parfaitement égales ; alors l'animal paraît alternativement poussé à droite et à gauche, sans conserver aucune situation fixe; s'il roule un tour ou deux d'un côté, bientôt il se relève, et tourne autant de fois du côté opposé.

Influence du pont de varole sur les mouvemens.

Chacun sait que les pédoncules du cervelet se continuent avec le pont de varole, et qu'il existe ainsi un cercle complet autour de la moelle alongée, cercle dont la moitié supérieure est formée par l'arcade que représente le cervelet, et dont la moitié inférieure est représentée par le pont, et plus exactement par cette partie que l'on nomme aujourd'hui la *commissure du cervelet.* Je viens de faire connaître ce qui arrive par la section verticale du demi-cercle supérieur, j'ai trouvé, par l'expérience, qu'il en est de même pour le cercle inférieur.

Toutes les sections verticales d'avant en arrière faites sur le pont de varole produisent le mouvement de rotation qui vient d'être décrit, et, d'une manière semblable; les sections faites à gauche de la ligne médiane, déterminent la rotation à gauche, et *vice versa.* Je n'ai jamais pu réussir à faire une section exactement sur la ligne médiane, en sorte que j'ignore s'il en est du pont comme du cervelet.

Quoi qu'il en soit, nous pourrons conclure de ces faits, qu'il existe deux forces qui se font équilibre en passant à travers le cercle formé par le pont de varole et

le cervelet. Pour le mettre hors de doute, il faut faire l'expérience suivante : coupez un pédoncule, aussitôt l'animal roulera sur lui-même, comme nous l'avons dit; coupez ensuite celui du côté opposé, et immédiatement le mouvement cessera, et l'animal aura même perdu le pouvoir de se tenir debout et de marcher.

Je ne prétends pas ici exprimer avec la rigueur nécessaire la nature des phénomènes qui viennent d'être décrits; mais comme notre esprit a besoin de s'arrêter à certaines images, je dirai qu'il existe dans le cerveau quatre impulsions spontanées ou quatre forces qui seraient placées aux extrémités de deux lignes qui se couperaient à angle droit; l'une pousserait en avant, la deuxième en arrière, la troisième de droite à gauche, en faisant rouler le corps, la quatrième de gauche à droite en faisant exécuter un mouvement semblable de rotation.

Dans les diverses expériences d'où je tire ces conséquences, les animaux deviennent des espèces d'automates montés pour exécuter tels ou tels mouvemens, et incapables d'en produire aucun autre.

Ces quatre mouvemens généraux ne sont pas les seuls qui se produisent par des lésions déterminées du système nerveux. Un mouvement en cercle à droite ou à gauche, semblable à celui du manége, se montre par la section de la moelle alongée, faite de manière à intéresser la portion de cette moelle qui avoisine en dehors les pyramides antérieures; pour faire cette expérience je me sers d'un lapin de trois ou quatre mois; je mets à découvert le quatrième ventricule; puis, soulevant le cervelet, je fais une section perpendiculaire à la surface du ventricule, et à trois ou quatre millimètres en dehors de la ligne médiane. Si je coupe à droite, l'animal tournera à droite, et à gauche si j'ai coupé de ce côté.

Voilà donc deux nouvelles impulsions qui portent à des mouvemens différens des quatre principaux que j'ai décrits d'abord.

Toutes ces données expérimentales sur les fonctions du cervelet et du pont de varole font sentir la nécessité de nouvelles recherches. Ce besoin si pressant le devient encore plus par un fait pathologique des plus extraordinaires et qui a été observé l'année dernière.

Une jeune fille a vécu jusqu'à l'âge de onze ans avec l'usage de ses sens et de ses mouvemens, faibles, il est vrai, mais ayant suffi à ses besoins et même à sa progression. Dans les derniers mois de son existence ses membres inférieurs étaient paralysés du mouvement, mais non de la sensibilité.

A l'ouverture du corps et à l'autopsie minutieuse du cerveau, que j'ai faite moi-même, avec tous les soins dont je suis capable, il s'est trouvé *absence complète* du cervelet et de sa commissure, c'est-à-dire du pont de varole. (*Voyez* les détails très-curieux de cette observation unique, dans mon *Journal de Physiologie*, t. XI.)

Influence des pyramides sur les mouvemens.

En faisant ces expériences j'ai constaté un fait qui est d'une grande importance pathologique : il est généralement connu, et les médecins cliniques le constatent tous les jours, que la compression d'un hémisphère détermine la paralysie de la moitié du corps opposée à l'hémisphère comprimé. Cet effet croisé porte le plus souvent sur le mouvement et le sentiment, mais dans certains cas il ne paralyse que l'un ou l'autre de ces deux phénomènes. Les recherches anatomiques de Gall et de Spurzheim, en faisant mieux connaître l'entrecroisement des pyramides à la face antérieure de la moelle, et leur continuation apparente avec les fibres rayonnées des corps striés, rendaient très-probable que la transmission des effets nuisibles de la compression avait lieu par les racines entrecroisées des pyramides.

J'ai voulu savoir par l'expérience si cette idée était fondée; pour cela j'ai coupé directement une pyramide sur des animaux vivans, en l'attaquant par le quatrième ventricule, et je n'ai point remarqué de lésion sensible dans les mouvemens, et sur-

tout je n'ai aperçu aucune paralysie, soit du côté lésé, soit du côté opposé; j'ai fait plus, j'ai coupé entièrement et en travers les deux pyramides vers le milieu de leur longueur, et il ne s'en est suivi aucun dérangement bien apparent dans les mouvemens; j'ai cru remarquer seulement un peu de difficulté dans la marche en avant.

La section des pyramides postérieures ne produit non plus aucune altération visible des mouvemens généraux; et pour obtenir la paralysie de la moitié du corps il faut couper la moitié de la moelle alongée, et alors le côté correspondant devient non immobile, car il offre des mouvemens irréguliers, non insensible, car l'animal meut ses membres quand on les pince, mais cette moitié du corps devient incapable d'exécuter les déterminations de la volonté.

Des attitudes et des mouvemens dans les différens âges.

Depuis l'état d'embryon jusqu'à dix-huit ou vingt ans, les os changent continuellement de forme, de grandeur, de volume, etc.; par conséquent, pendant tout le temps que dure l'ossification, les attitudes et les mouvemens doivent présenter des changemens en rapport avec ceux qu'éprouve le squelette. Nous avons déjà vu que les muscles et la contraction musculaire sont aussi très-modifiés par l'état de fœtus, d'enfance, de jeunesse, etc.; les mêmes circonstances influent beaucoup sur les mouvemens. Ordinairement, à vingt ou vingt-deux ans, l'accroissement des os en longueur est terminé; mais ils continuent de croître en épaisseur jusqu'au-delà de l'âge adulte; alors toute espèce d'accroissement cesse, et les changemens qu'éprouvent les os jusqu'à la vieillesse décrépite, ne portent plus que sur la nutrition de ces organes et leur composition chimique.

La position du fœtus dans l'utérus dépend de circonstances encore peu connues; le plus souvent la tête est tournée en bas, ce qui dépend probablement de sa pesanteur plus considérable; mais pourquoi l'occiput correspond-il presque toujours au-dessus de la fosse cotyloïde gauche? pourquoi arrive-t-il quelquefois que le fœtus est posé d'une toute autre manière, par exemple, les fesses en bas, dirigées soit à droite, soit à gauche? On l'ignore.

Les cuisses du fœtus sont fléchies sur l'abdomen, les jambes sont appliquées sur les cuisses, les bras sont croisés sur la partie antérieure du tronc, et le plus souvent la tête est baissée sur la poitrine, en sorte que le fœtus occupe le moins d'espace possible. Cette position ne dépend point d'une contraction musculaire soutenue, elle est l'effet de la tendance qu'ont tous les muscles à se raccourcir; dans un âge plus avancé, l'homme prend quelquefois cette même position quand il veut mettre tous ses muscles dans un état de repos complet.

A quatre mois de conception, le fœtus commence à exécuter des mouvemens partiels, et peut-être quelques légers mouvemens qui déplacent le corps en totalité. Ces mouvemens sont irréguliers, se montrent à des distances variables, durent jusqu'à la fin de la grossesse, et sont fréquemment exercés par les membres inférieurs, à en juger par les points où ils se font sentir. On ne peut croire qu'ils dépendent de la volonté, car l'intelligence n'existe point encore, et les fœtus acéphales, c'est-à-dire dépourvus de cerveau, les présentent comme des fœtus bien conformés.

L'enfant naissant ne peut prendre de lui-même de position, il conserve celle qu'on lui donne; cependant le coucher sur le dos est l'état qu'il préfère, et qui est en effet plus en rapport avec la faiblesse de son système musculaire. Ses membres inférieurs et supérieurs offrent des mouvemens assez prononcés; sa physionomie est à peu près sans expression.

Au bout de deux ou trois mois, l'enfant change de lui-même d'attitude quand on veut bien le laisser libre; il se couche sur le côté, sur le ventre, il tourne sa tête; les mouvemens de ses membres sont plus multipliés et plus énergiques; il saisit plus fortement les corps qui lui sont présentés, il les porte à sa bouche; quand il tette,

il comprime avec force la mamelle de sa mère, etc. : mais il ne saurait se tenir sur ses deux pieds ni même assis. En voici les raisons principales. La tête est très-volumineuse et très-pesante, proportionnellement; elle tombe en avant, n'étant pas maintenue par l'effort musculaire convenable; le poids des viscères pectoraux, et surtout des viscères abdominaux, est énorme; la colonne vertébrale ne présente qu'une courbure dont la convexité est en arrière. Les muscles postérieurs du tronc sont de beaucoup trop faibles pour résister à la disposition qu'a la colonne vertébrale à se porter en avant; mais en outre les apophyses épineuses n'existent pas, en sorte que le bras de levier par lequel ils agissent se trouve très-court, circonstance défavorable à leur action. Le bassin, très-petit et très-incliné en avant, ne soutient presque pas le poids des viscères abdominaux. Les membres inférieurs sont peu développés, et leurs muscles sont trop faibles pour balancer un seul instant le mouvement du tronc en avant. Toute espèce de station est donc impossible.

Cependant il arrive bientôt que l'enfant peut, en se servant de ses membres supérieurs et inférieurs, se déplacer et parcourir de petits espaces; et parce que ce mode de progression a de l'analogie avec celui de certains animaux, des sophistes ont soutenu que l'homme était naturellement quadrupède, et que la station sur deux pieds était une acquisition dépendante de la vie sociale. Pour que cette idée ait quelque fondement, il faudrait que les organes du mouvement de l'adulte fussent disposés comme ceux de l'enfant : or je viens de faire voir qu'il en est tout autrement.

Vers la fin de la première année, quelquefois au commencement de la deuxième, plus tôt ou plus tard, par l'effet du développement des os, des muscles, etc., par la diminution du volume et du poids proportionnel de la tête, des viscères abdominaux, etc., l'enfant parvient à se tenir debout, mais il ne peut encore marcher; bientôt il y parvient, en s'attachant aux corps qui l'avoisinent; enfin il marche seul, mais c'est en chancelant, et la moindre cause détermine sa chute. Le pas est d'abord le seul genre de locomotion qu'il puisse exercer ; il faut ordinairement assez long-temps avant que l'enfant parvienne à courir, et surtout à faire des sauts un peu considérables; mais une fois qu'il est bien affermi dans les divers mouvemens progressifs, il est d'une agitation continuelle; il acquiert de l'agilité, de l'adresse : c'est alors qu'il contracte le goût des différens jeux, qui, presque tous, surtout chez les garçons, servent à exercer les organes de la locomotion et ceux de l'intelligence.

Sous le point de vue physiologique, les jeux des enfans sont dignes de remarque. Qu'on les étudie avec attention, et l'on verra qu'ils sont le simulacre des actions de l'homme adulte; on peut établir le même rapprochement pour les jeux des jeunes animaux, qui sont aussi en quelque sorte la *répétition* des actions qu'ils seront appelés à exercer par la suite.

Dans les jeux des enfans, il ne faut pas confondre ceux qui sont purement instinctifs avec ceux qui dépendent de l'imitation.

Depuis la jeunesse jusqu'à l'âge adulte, et même au-delà, tous les phénomènes qui se rapportent aux attitudes et aux mouvemens sont dans toute leur perfection; ils gagnent seulement de l'énergie avec l'âge, mais, à la vieillesse, ils subissent une altération notable, qui dépend de l'affaiblissement de la contraction musculaire : comme elle ne se fait plus qu'avec une certaine peine, qu'elle est tremblotante, les attitudes et les mouvemens doivent s'en ressentir. Le vieillard, soit qu'il marche ou qu'il se tienne debout, est ordinairement courbé en avant; le bassin fléchit sur les cuisses, celles-ci sur les jambes, et enfin les jambes sont inclinées en avant sur les pieds. Cet état de demi-flexion général tient à l'affaiblissement de la force des muscles, qui n'ont plus assez d'énergie pour maintenir la rectitude du corps.

Le vieillard a aussi un grand avantage à se servir d'un bâton, au moyen duquel il agrandit sa base de sustentation et transmet directement sur le sol le poids des parties supérieures du corps.

Dans la décrépitude, les mouvemens sont d'une difficulté extrême, quelquefois même entièrement impossibles.

Rapports des sensations avec les attitudes et les mouvemens.

Les sensations influent sur les attitudes et les mouvemens; réciproquement ceux-ci ont une influence manifeste sur les sensations.

La vue contribue beaucoup à la fixité de la plupart de nos attitudes; par elle, nous jugeons de la position de notre corps en la comparant à celle des corps environnans. Aussi, quand nous sommes privés de ce moyen de notre équilibre, comme lorsque nous sommes au sommet d'une édifice, ou sur un lieu élevé quelconque, où nous ne sommes entourés que par l'air, notre station sur deux pieds est mal assurée, et même il peut arriver que nous ne puissions pas la maintenir.

L'utilité de la vue est encore des plus grandes, si la base de sustentation est très-étroite. Un danseur de corde ne pourrait point soutenir la station debout, si sa vue ne l'avertissait continuellement de la position qu'il faut conserver pour que la perpendiculaire abaissée de son centre de gravité passe par sa base de sustentation. Quelle que soit en général l'attitude que nous prenions, elle est peu stable si nous ne pouvons faire usage de la vue. Pour s'en assurer il ne faut qu'examiner un moment la station et les attitudes d'un aveugle.

Si la vue est d'un aussi grand secours pour les attitudes, à plus forte raison doit-elle être utile pour les diverses espèces de mouvemens partiels et locomoteurs. En effet, la vue éclaire, favorise nos mouvemens; c'est elle qui leur donne la précision, la rapidité nécessaires : dans presque tous les cas, elle les dirige. Bandez les yeux à un homme agile et adroit, il perd aussitôt presque tous ses avantages : sa démarche est craintive, surtout si le lieu où il se trouve ne lui est pas parfaitement connu; tous ses mouvemens porteront le même caractère. Les mêmes phénomènes existent chez les aveugles, qu'il est très-facile de reconnaître aux moindres mouvemens qu'ils exécutent, à moins qu'ils ne leur soient très-familiers. L'absence de la vue dispose donc à l'immobilité; l'usage de ce sens excite au contraire à se mouvoir : tout le monde connaît la tendance instinctive qui nous porte à toucher les objets que nous voyons pour la première fois.

La considération des rapports de la vue avec les mouvemens donne lieu de remarquer que ceux qui sont destinés à exprimer nos actes intellectuels et instinctifs, et qu'on peut comprendre sous le nom générique de *gestes*, peuvent être distingués en ceux qui sont intimement liés à l'organisation, et par conséquent existent toujours chez l'homme, dans quelque condition qu'il se trouve, et en ceux qui naissent avec l'état social et se perfectionnent concurremment.

Les premiers sont destinés à exprimer les besoins les plus simples, les sensations internes vives, comme la joie, la douleur, la crainte, etc., ainsi que les passions animales; ils sont aux mouvemens ce que le cri est à la voix. Ils se voient chez l'idiot, le sauvage, l'aveugle de naissance, aussi bien que chez l'homme civilisé jouissant de tous ses avantages physiques et moraux.

Les gestes de la seconde espèce ne peuvent exister que dans l'état de société, ils supposent la vue et l'intelligence; ils n'existent donc point chez l'aveugle de naissance, l'idiot, l'individu qui aura toujours vécu isolé. Ils pourraient être nommés *gestes acquis* ou *sociaux*, par analogie avec la voix acquise. Il serait curieux de savoir si, en donnant la vue à un aveugle de naissance, on lui procurerait en même temps l'acquisition des gestes particuliers dont nous parlons.

On peut dire que les gestes de l'aveugle-né sont absolument dans le même cas que la voix du sourd de naissance. Ces deux phénomènes se suppléent mutuellement : le sourd-muet fait un usage continuel des gestes, et les porte à un haut degré de perfection; c'est la voix au contraire qui seule sert de moyen d'expression à l'aveugle : de là son goût pour le chant, la parole, et l'accent qu'il sait leur donner.

L'ouïe n'est pas sans influence sur les mouvemens; ce sens concourt quelquefois

avec la vue pour les diriger et surtout pour les mesurer, les faire revenir à des intervalles égaux, et les produire un certain nombre de fois dans un temps donné, comme dans la danse ou les marches militaires. On a remarqué depuis long-temps que les mouvemens cadencés exécutés au son de la musique ou au bruit du tambour, étaient moins fatigans que d'autres : c'est parce que chaque muscle se contracte et se relâche alternativement, et que le temps du repos est égal à celui de l'action. Il faut ajouter que la musique et même le bruit excitent à se mouvoir.

Les rapports de l'odorat et du goût avec les attitudes et les mouvemens sont trop peu importans, pour que nous en fassions mention. Quant au toucher, comme la contraction musculaire y est inhérente, que sans elle la sensation ne peut avoir lieu, ce sens est intimement lié avec tous les phénomènes qui dépendent de la contraction des muscles.

Les sensations internes n'influent pas moins sur les diverses attitudes et les mouvemens du corps que les externes. Qui ne reconnaît à sa démarche ou à sa pose un homme qui éprouve une douleur vive ou une sensation d'un autre genre? On peut même, jusqu'à un certain point, déterminer le siége particulier de l'affection douloureuse par l'espèce de position ou le genre de mouvement qu'exerce le malade. Chacun sait qu'une forte colique porte à fléchir la poitrine sur le bassin et à porter les mains sur l'abdomen; qu'un violent point de côté excite à se coucher sur le côté douloureux; que la présence d'un calcul dans la vessie force le patient à prendre des attitudes particulières.

On vient de voir l'influence des sensations sur les attitudes et les mouvemens. Ceux-ci réagissent de même sur l'action des sens; les diverses attitudes sont favorables ou défavorables au développement des sensations externes, les mouvemens n'y prennent pas une moindre part. Il y a des mouvemens partiels propres à chaque sens et qui favorisent son action; en outre, presque tous les sens ont des muscles particuliers qui font partie essentielle de l'appareil sensitif, comme on le remarque pour l'œil, l'oreille, la main, etc.

Rapports des attitudes et des mouvemens avec la volonté.

Les attitudes et les mouvemens que nous venons de décrire sont en général nommés *volontaires*, parce que, dit-on, ils sont sous l'influence immédiate de la volonté. Cette assertion est vraie sous un point de vue; elle ne l'est pas sous d'autres : il est donc nécessaire de s'entendre à cet égard.

A la suite d'une détermination de la volonté, un mouvement est produit; nul doute qu'elle n'ait été l'occasion du développement de celui-ci : mais tous les phénomènes qui se passent pour la production même du mouvement ne sont plus sous la puissance de la volonté. Je puis faire mouvoir mon bras ou ma main, mais il m'est impossible de faire contracter isolément ou en totalité les muscles de ces parties, si je n'ai pas l'idée d'un mouvement à produire. Il en est de même pour la contraction de tous les muscles, que l'on regarde comme entièrement soumis à la volonté. Comment s'y prendrait-on pour faire contracter isolément l'obturateur externe ou tout autre muscle qui ne produit pas à lui seul un mouvement déterminé? Cela serait impossible.

On peut donc affirmer que la cause déterminante du mouvement est la volonté; mais la production même de la contraction musculaire nécessaire pour qu'il se fasse, n'est pas sous la dépendance de cette action cérébrale : elle est purement instinctive.

D'après ces considérations, on serait en droit de conclure que la volonté et l'action du cerveau, qui produisent directement la contraction des muscles, sont deux phénomènes distincts; mais les expériences directes des physiologistes modernes, et celles que nous avons rapportées à l'article de l'influence du cerveau et du cervelet sur les mouvemens, ont mis cette vérité dans tout son jour. Ces expériences ont démontré que chez l'homme et les animaux mammifères la volonté a plus particulière-

ment son siége dans les hémisphères cérébraux. La cause directe des mouvemens paraît, au contraire, siéger dans la moelle épinière. Si l'on sépare la moelle du reste du cerveau par une section faite derrière l'occipital, on empêche bien la volonté de déterminer et de diriger les mouvemens; mais ceux-ci n'en sont pas moins produits : il est vrai qu'aussitôt que la séparation est faite ils deviennent très-irréguliers pour l'étendue, la rapidité, la durée, la direction, etc. J'ai eu dernièrement sous les yeux une maladie qui offrait le singulier spectacle de la séparation complète de la volonté et des forces qui président directement aux mouvemens; je vais en rapporter un exposé rapide.

M***, âgé de trente-six ans, d'un physique agréable, d'un esprit cultivé, d'un commerce doux et facile, mais d'une grande susceptibilité nerveuse, a mené la vie des gens du monde jusqu'à son mariage, qui eut lieu il y a dix ans. A dater de cette époque, il fut obligé de s'adonner aux affaires; il éprouva de vives contrariétés, puis il fut atteint d'un violent chagrin causé par une maladie mentale qui survint à sa femme, au moment de son premier accouchement. Il ne la quitta pas un instant durant toute cette maladie; il l'accompagna dans un voyage, et fut ainsi témoin, pendant près d'une année, des divagations et des mouvemens convulsifs d'un être pour lequel il avait l'attachement le plus tendre. La guérison complète de madame*** mit un terme aux tortures morales qu'éprouvait son mari; mais au lieu de se livrer à la joie que devait naturellement lui causer un aussi heureux événement, il resta triste et taciturne, et peu à peu il offrit tous les signes d'une véritable mélancolie, croyant sa fortune inévitablement perdue, se persuadant qu'il était l'objet de l'animadversion de l'autorité, des recherches de la police et des railleries du public. Son esprit conservait sa justesse sur tout autre sujet. On le fit voyager, prendre les eaux, on le soumit à divers traitemens, sans aucun succès.

Les choses étaient dans cet état, lorsqu'au mois de septembre dernier il fut pris d'une certaine raideur dans la jambe et la cuisse droites, raideur qui le faisait boiter en marchant. Peu de jours après une raideur semblable s'empara de la cuisse et de la jambe opposées; puis il perdit toute influence de sa volonté sur ses mouvemens. Ceux-ci étaient loin cependant d'être paralysés; mais ils étaient livrés en quelque sorte à eux-mêmes pendant des heures entières; ce malheureux jeune homme était alors obligé d'exécuter les mouvemens les plus déréglés, de prendre les attitudes les plus bizarres, de faire les contorsions les plus extraordinaires. Il est impossible de peindre par le langage la multiplicité, l'*étrangeté* de ses mouvemens et de ses poses. S'il eût vécu dans des temps d'ignorance, il aurait sans doute passé pour possédé, car ses contorsions étaient tellement éloignées des mouvemens propres à l'homme, qu'elles auraient pu aisément être regardées comme diaboliques. Il fut digne de remarque qu'au milieu de ces contorsions, dans lesquelles son corps grêle et souple était tantôt porté en avant, tantôt renversé sur le côté ou en arrière, à l'instar de certains bateleurs, il ne perdait point l'équilibre, et que dans la multiplicité d'attitudes et de mouvemens singuliers qu'il a exécutés pendant plusieurs mois, il ne lui est jamais arrivé de tomber.

Dans certains cas, ses mouvemens rentraient dans la classe des mouvemens ordinaires; ainsi, sans que sa volonté y participât le moins du monde, on le voyait se lever et marcher rapidement, jusqu'à ce qu'il rencontrât un corps solide qui s'opposât à son passage; quelquefois il reculait avec la même promptitude, et ne s'arrêtait que par la même cause.

On l'a vu souvent reprendre l'usage de certains mouvemens, sans pouvoir en aucune manière diriger les autres. C'est ainsi que ses bras et ses mains obéissaient fréquemment à sa volonté, plus fréquemment encore les muscles de son visage et de la parole. Il lui était quelquefois possible de reculer dans l'instant où la marche en avant lui était interdite, et il se servait alors de ce mouvement rétrograde pour se diriger vers les objets qu'il voulait atteindre.

Du reste, ces mouvemens, qu'on pourrait appeler automatiques, ne duraient ja-

mais un jour entier : il avait d'assez longs intervalles paisibles entre ses accès : ses nuits étaient toujours tranquilles.

Bien que ses contractions fussent extrêmement violentes, jusqu'au point de suer abondamment, quand elles avaient cessé, il n'éprouvait pas de sentiment de fatigue, en rapport avec l'intensité des efforts qu'il avait faits; comme si l'action intellectuelle que nous faisons pour exciter nos mouvemens était ce qui se fatigue davantage en nous.

Si l'action du cerveau qui produit la contraction musculaire est un phénomène distinct de la volonté, on peut aisément concevoir pourquoi, dans certains cas, les mouvemens ne sont pas produits, quoique la volonté les commande, et pourquoi, dans quelques circonstances opposées, des mouvemens très-étendus et très-énergiques se développent sans aucune participation de la volonté, comme on le voit fréquemment dans plusieurs maladies. Par la même raison, on conçoit pourquoi il nous est très-difficile, quelquefois même impossible, de prendre une attitude nouvelle pour nous, ou d'exécuter un mouvement pour la première fois; pourquoi tous les arts, tels que la danse, l'escrime, etc., qui sont fondés sur la rapidité et la précision de nos mouvemens, ne s'acquièrent que par un long exercice; pourquoi enfin il arrive fréquemment que nous exécutons un mouvement d'une manière plus parfaite en en détournant notre attention, que si nous voulons la concentrer sur ce point (1).

Rapports des attitudes et des mouvemens avec l'instinct et les passions.

On vient de voir qu'une grande partie de ce que l'on appelle *mouvemens* et *attitudes volontaires* est du domaine de l'instinct; il existe un très-grand nombre d'attitudes et de mouvemens partiels ou généraux qui en dépendent.

Tous les sentimens instinctifs essentiellement attachés à l'organisation, tels que la tristesse, la crainte, la joie, la faim, la soif, portées à un certain degré, ont des attitudes et des modes de mouvemens qui leur sont propres et qui font reconnaître leur existence : il en est de même pour les passions naturelles et pour tous les phénomènes instinctifs qui se développent dans l'état social.

Plusieurs passions excitent à se mouvoir, augmentent beaucoup l'intensité de la force musculaire, comme on en a des exemples dans la joie excessive, la colère, dans certains cas la peur, etc. D'autres passions stupéfient et rendent toute espèce de mouvement impossible, telles que le chagrin violent, certain genre de terreur; souvent la joie extrême produit le même effet : aussi voyons-nous l'art de la pantomime s'exercer avec succès dans la peinture des passions violentes.

Rapports des mouvemens avec la voix.

Les relations des mouvemens avec la voix sont intimes, et cela devait être, puisque ces deux genres de phénomènes sont l'effet immédiat de la contraction musculaire, avec cette différence que pour la voix on entend l'effet, et qu'on le voit dans les mouvemens.

Il y a des mouvemens essentiellement attachés à l'organisation; le cri est dans le même cas. Il y a une voix qui s'acquiert par la vie sociale; un grand nombre de mouvemens s'acquièrent de la même manière. La voix et les mouvemens se réu-

---

(1) Cette théorie est confirmée par les expériences d'un médecin anglais, M. Wilson Philip. — *Voyez* les *Transactions philosophiques*, année 1815.

nissent pour la production de la parole. Ces deux phénomènes sont nos principaux et presque nos seuls moyens d'expression ; ils s'aident et quelquefois se suppléent mutuellement : un homme qui s'exprime avec difficulté gesticule beaucoup ; c'est le contraire pour une personne dont l'élocution est facile. Dans les grandes passions, les deux moyens d'expression se réunissent : il est rare qu'en exprimant un sentiment vif on ne joigne pas le geste à la parole.

On a dû remarquer que les modifications qu'éprouvent les mouvemens et la voix par l'âge ont la plus grande analogie; on aurait un résultat semblable si l'on étudiait les changemens qu'ils subissent par le sexe, le tempérament, l'habitude, etc.

Nous terminons par ces considérations la description des fonctions de relations. Ces fonctions ont pour caractère commun d'être périodiquement suspendues, ou, en d'autres termes, d'être plongées par intervalles dans l'état de sommeil. Il pourrait donc paraître convenable que l'histoire du sommeil suivît immédiatement celle des fonctions de relations; mais comme les fonctions nutritives et génératrices sont aussi très-influencées par le sommeil, nous préférons renvoyer l'étude de celui-ci à l'époque où nous aurons terminé la description de ces fonctions : c'est ce qui sera fait plus loin.

DES FONCTIONS NUTRITIVES.

Notre corps éprouve des changemens de dimensions, de forme, de structure, etc., depuis le moment de sa formation jusqu'à celui où nous cessons d'exister ; nous perdons incessamment, et par diverses voies, telles que la transpiration cutanée, l'urine, la respiration, etc., une partie des élémens qui nous composent; ces pertes, qui s'élèvent habituellement à plusieurs livres en vingt-quatre heures, nous affaiblissent; et nous péririons bientôt si nous ne les réparions, ainsi que nos forces, au moyen des alimens et des boissons. D'autre part, notre température ne varie pas avec celle des corps qui nous environnent; nous résistons également au froid et à une forte chaleur : nous possédons ainsi une source propre de chaleur et des moyens particuliers de refroidissement; et si nous ajoutons que notre corps n'éprouve point, durant la vie, la décomposition rapide qu'il éprouvera dès que la mort l'aura frappé, nous serons fortement portés à supposer qu'il se passe en nous un mouvement intime et continuel par lequel nos organes semblent, d'un côté, s'user et se détruire, et de l'autre se réparer et acquérir une puissance nouvelle, et que ce renouvellement de nos élemens constitutifs est un des actes fondamentaux de la vie.

Ce mouvement intime existe en effet, non pas tel que l'imagination des physiologistes s'est plu à le créer, non pas que le corps se renouvelle en sept années, comme quelques anciens le croyaient; mais sa réalité est établie sur un grand nombre de faits et d'expériences. On est encore loin toutefois de connaître entièrement ce phénomène, bien compliqué sans doute, puisqu'il préside à tous les changemens physiques de nos organes, dont la texture est si variée et si fine, et dont les élémens sont si nombreux et si divers.

Un tel phénomène fait supposer, 1° des communications faciles toujours ouvertes entre les points les plus cachés de nos organes et les voies naturelles d'excrétions ou de réparations; 2° une force mécanique puissante tenant continuellement en mouvement nos divers élémens ; 3° il nécessite que notre corps soit le siége d'une foule de transformations chimiques, qui doivent suivre avec plus ou moins de rigueur les lois de l'affinité et des proportions.

Il est facile de pressentir les difficultés de tous genres que nous rencontrerons en étudiant les fonctions nutritives; à chaque instant il nous faudra faire des applications des principes de la chimie, de la physique, et de la mécanique; ou, ce qui est peut-être plus difficile, savoir quand il ne faut pas se livrer à de telles applications, c'est-à-dire distinguer les phénomènes purement vitaux de ceux qui sont simplement

physiques ; mais la difficulté pour ainsi dire insurmontable, se trouvera dans la manière dont tous les actes nutritifs sont liés et pour ainsi dire confondus. La classification arbitraire que l'on est obligé d'établir pour en faciliter l'étude, est d'autant moins avantageuse qu'elle ne repose point sur une connaissance complète des diverses fonctions, et que nous sommes encore fort loin même d'être arrivés à quelque chose d'entièrement satisfaisant par rapport aux principales.

Cependant, en suivant sans dévier la route de l'observation et de l'expérience, en repoussant toute idée systématique, pour nous en tenir à la simple expression des faits, nous arriverons à des résultats qui ne seront pas sans importance.

Les fonctions nutritives sont au nombre de six, savoir :

1° La digestion ou formation du chyle,
2° L'absorption du chyle,
3° Le cours du sang veineux,
4° La respiration,
5° Le cours du sang artériel,
6° Le cours de la lymphe.

Après la description de ces fonctions et celle des rapports qu'elles ont entre elles ainsi qu'avec les fonctions et relations, nous aurons encore à étudier les diverses sécrétions, et enfin à faire connaître ce qu'on sait du mouvement moléculaire qui a lieu dans la profondeur de nos organes, et qui dans un sens restreint est ce qu'on pourrait appeler la *nutrition*.

De la digestion.

La digestion a pour objet principal la formation du chyle, fluide réparateur des pertes habituelles que fait l'économie animale. Indépendamment de ce but spécial, cette fonction concourt encore à la nutrition, et même à la vie en général, de plusieurs autres manières.

Pour former le chyle, les organes digestifs agissent sur les alimens, les écrasent, les altèrent, les décomposent, en séparent une partie inutile et grossière qui est rejetée en dehors, tandis que le suc nutritif, la partie utile, le chyle en un mot, est conservé et pénètre bientôt dans les replis les plus secrets des tissus.

L'objet de la digestion est donc chimique, puisqu'il s'agit d'extraire des alimens les élémens du chyle qui y sont contenus, et de former ce fluide par le mélange ou la combinaison de ces divers élémens.

Organes digestifs.

Les organes de la digestion représentent un appareil chimique qui serait monté avec beaucoup de soin et qui marcherait seul dès l'instant qu'il y recevrait les matières sur lesquelles il doit agir ; on y voit, en effet, une machine à broyer qui, par sa disposition, est supérieure, sous plus d'un rapport, à celles qui sont employées dans les arts industriels pour obtenir un résultat analogue. De grands vases extensibles et contractiles destinés à contenir les substances alimentaires durant un certain temps ; un long tube droit où les matières ne font que passer rapidement ; un autre tube beaucoup plus long et contourné sur lui-même, où les alimens cheminent plus lentement ; et dans les diverses cavités de séjour ou de passage, les orifices de plusieurs canaux qui y versent les réactifs nécessaires à l'opération qui s'y effectue.

Il existe une relation évidente entre l'espèce d'aliment dont un animal doit se nourrir, et la disposition de son appareil digestif. Si ces alimens sont très-éloignés par leur nature des élémens qui composent l'animal, si, par exemple, celui-ci est *herbivore*, l'appareil aura des dimensions très-considérables, et sera plus compliqué ;

si, au contraire, l'animal se nourrit de chair, ses organes digestifs seront moins nombreux et plus simples, comme on le voit chez les carnassiers. L'homme, appelé à faire usage également d'alimens végétaux et d'alimens animaux, tient le milieu, pour la disposition et la complication de son appareil digestif, entre les herbivores et les carnivores, sans que, pour cela, on puisse l'appeler *omnivore*. Chacun sait qu'un grand nombre de substances dont se nourrissent les animaux ne peuvent être d'aucune utilité à l'homme pour son alimentation.

Sous le rapport anatomique, on peut se représenter l'appareil digestif comme un long canal diversement contourné sur lui-même, large dans certains points, rétréci dans d'autres, susceptible de s'élargir et de se resserrer, et dans lequel sont versés une grande quantité de fluides au moyen de conduits particuliers.

Les anatomistes partagent le canal digestif en plusieurs portions : 1° la bouche, 2° le pharynx, 3° l'œsophage, 4° l'estomac, 5° l'intestin grêle, 6° le gros intestin, 7° l'anus.

Deux couches membraneuses forment les parois du canal digestif dans toute son étendue. La plus intérieure, qui est destinée à être en contact avec les alimens, consiste en une *membrane muqueuse*, dont l'aspect et même la structure varient dans chacune des portions du canal, en sorte qu'elle n'est plus au pharynx ce qu'elle était à la bouche, à l'estomac ce qu'elle était à l'œsophage, etc. Aux lèvres et à l'anus, cette membrane se confond avec la peau.

La seconde couche des parois du canal digestif est *musculaire ;* elle se compose de deux plans de fibres, l'un longitudinal, l'autre circulaire. L'arrangement, l'épaisseur, la nature des fibres qui entrent dans la composition de ces plans, sont différens, suivant qu'on les observe à la bouche, à l'œsophage, au gros intestin, etc.

Un grand nombre de vaisseaux sanguins se rendent au canal digestif ou en naissent; mais la portion abdominale de ce canal en reçoit une quantité beaucoup plus grande que la partie qui est plus supérieure. Celle-ci n'en offre point au-delà de ce que comportent sa nutrition et la sécrétion peu considérable dont elle est le siége, tandis que le nombre et le volume des vaisseaux qui appartiennent à la portion abdominale, indiquent qu'elle doit être l'agent d'une sécrétion considérable. Les vaisseaux chylifères prennent exclusivement naissance dans l'intestin grêle.

Quant aux nerfs, ils se distribuent au canal digestif dans un ordre inverse des vaisseaux; c'est-à-dire que les parties céphalique, cervicale et pectorale en reçoivent beaucoup plus que la portion abdominale, à l'exception de l'estomac, où se terminent les deux nerfs de la huitième paire. Le reste du canal ne reçoit presque aucune branche des nerfs cérébraux. Les seuls nerfs qu'on y observe proviennent des ganglions sous-diaphragmatiques du grand sympathique. On verra plus bas le rapport qui existe entre le mode de distribution des nerfs et les fonctions de la portion supérieure et de l'inférieure du canal digestif.

Les corps qui versent des fluides dans le canal digestif sont, 1° la *membrane muqueuse digestive* elle-même; 2° des *follicules isolés*, qui sont répandus en grand nombre dans toute l'étendue de cette membrane; 3° les *follicules agglomérés*, qui se rencontrent à l'isthme du gosier, entre les piliers du voile du palais, à la jonction de l'œsophage et de l'estomac, et d'un nombre de points de la surface intestinale sous la forme de plaques; 4° les *glandes muqueuses*, qui existent en plus ou moins grand nombre dans les parois des joues, dans la voûte du palais, autour de l'œsophage; 5° les *glandes parotides*, *sous-maxillaires* et *sublinguales*, qui sécrètent la salive répandue dans la bouche; 6° le *foie* et le *pancréas*, qui versent, le premier la bile, le second le suc pancréatique, par des canaux distincts, dans la partie supérieure de l'intestin grêle, nommée *duodénum*.

Tous les organes digestifs contenus dans la cavité abdominale sont immédiatement recouverts, et d'une manière plus ou moins complète, par la membrane séreuse, dite *péritoine*. Cette membrane, par sa disposition anatomique et par ses propriétés physiques et vitales, sert très-utilement dans l'acte de la digestion, soit

en conservant aux organes leurs rapports respectifs, soit en favorisant leurs variations de volume, soit en rendant faciles les frottemens qu'ils exercent les uns sur les autres ou sur les parties voisines.

Nous donnerons les détails nécessaires sur l'appareil digestif, à mesure que nous en exposerons les fonctions; nous nous bornons ici à faire quelques remarques sur les organes de la digestion, considérés dans l'état de vie, mais dans le temps où ils ne servent pas à la digestion des alimens.

Remarques sur les organes digestifs de l'homme et des animaux vivans.

La surface de la membrane muqueuse digestive est toujours lubrifiée par une matière visqueuse, filante, plus ou moins abondante, qu'on observe en plus grande quantité là où il n'existe pas de follicules; circonstance qui semble indiquer que ces organes n'en sont pas les organes sécréteurs. Une partie de cette matière, à laquelle on donne généralement le nom de *mucus*, se vaporise, en sorte qu'il existe habituellement une certaine quantité de vapeurs dans chacun des points du canal digestif. La nature chimique de cette matière, prise à la surface intestinale, est encore peu connue. Elle est transparente, avec une teinte légèrement grisâtre; elle adhère à la membrane qui la forme; sa saveur est salée, et les réactifs apprennent qu'elle est acide; sa formation continue encore quelque temps après la mort. Celle qui se forme dans la bouche, dans le pharynx et dans l'œsophage, arrive, mêlée avec le fluide des glandes muqueuses et avec la salive, jusque dans l'estomac, par les mouvemens de déglutition qui se succèdent à des intervalles assez rapprochés. Il semblerait d'après cet exposé, que l'estomac doit contenir, lorsque depuis quelque temps il est vide d'alimens, une quantité considérable d'un mélange de mucus, de fluide folliculaire et de salive. C'est ce que l'observation ne constate pas, au moins chez la plupart des individus. Cependant, chez quelques personnes qui sont évidemment dans une disposition maladive, il existe le matin dans l'estomac plusieurs onces de ce mélange. Dans certains cas, il est écumeux, très-peu visqueux, légèrement trouble, tenant en suspension quelques flocons de mucus; sa saveur est franchement acide, point désagréable, sensible surtout à la gorge, agissant sur les dents de manière à diminuer le poli de leur surface, et à rendre moins faciles les glissemens qu'elles exécutent les unes sur les autres. Ce liquide rougit la teinture et le papier de tournesol (1).

Dans d'autres circonstances, chez le même individu, avec les mêmes apparences pour la couleur, la transparence, la consistance, le liquide retiré de l'estomac n'a point de saveur ni aucune propriété acide; il est tant soit peu salé : la dissolution de potasse, ainsi que les acides nitrique et sulfurique, n'y ont produit aucun effet apparent (2).

Un de mes anciens élèves, M. le docteur Pinel, qui jouit de la faculté de vomir à volonté, m'a remis, il y a quelques années, environ trois onces d'un liquide qu'il avait, le matin, retiré de son estomac. Ce liquide, qui présentait les mêmes propriétés physiques que le précédent, a été examiné par M. Thénard, qui l'a trouvé composé d'une très-grande quantité d'eau, d'un peu de mucus, de quelques sels à base de soude et de chaux ; il n'avait d'ailleurs aucune acidité sensible ni à la langue ni par les réactifs.

Le même médecin m'a remis ensuite environ deux onces d'un liquide obtenu de la même manière. M. Chevreul l'a analysé, et y a reconnu beaucoup d'eau, une assez grande quantité de mucus, de l'acide lactique de M. Berzélius, uni à une matière ani-

---

(1) *Expériences sur la digestion dans l'homme*, par S. de Montègre, 1804.
(2) *Idem.*

male soluble dans l'eau et insoluble dans l'alcohol, un peu d'hydrochlorate d'ammoniaque, d'hydrochlorate de potasse, et d'une certaine quantité d'hydrochlorate de soude (1).

Relativement à la quantité de ce liquide, M. Pinel a observé que si, avant de le rejeter en vomissant, il avale une gorgée d'eau ou une bouchée d'un aliment quelconque, il peut en obtenir en très-peu de temps jusqu'à une demi-livre. M. Pinel croit avoir observé que la saveur de ce même liquide, varie suivant l'espèce d'aliment dont il a fait usage la veille.

Lorsqu'on examine les cadavres de personnes mortes d'accident, l'estomac n'ayant pas reçu d'alimens ni de boissons depuis quelque temps, cet organe ne contient que très-peu de mucosités acides, adhérentes aux parois de l'estomac, et dont une partie, qui se trouve dans la portion pylorique du viscère, paraît réduite en chyme. Il est dont extrêmement probable que le liquide qui devrait se trouver dans l'estomac est digéré par ce viscère comme une substance alimentaire, et que c'est la raison pour laquelle il ne s'y accumule point.

Dans les animaux dont l'organisation se rapproche de celle de l'homme, tels que les chiens et les chats, on ne trouve pas non plus de liquide dans l'estomac après un ou plusieurs jours d'abstinence absolue; on n'y voit qu'un peu de mucosité visqueuse, adhérente aux parois de l'organe vers son extrémité splénique. Cette matière a la plus grande analogie, sous le rapport physique et chimique, avec celle qu'on trouve dans l'estomac de l'homme. Mais, si l'on fait avaler à ces animaux un corps qui ne soit pas susceptible d'être digéré, un caillou par exemple, il se forme, au bout de quelque temps, dans la cavité de l'estomac, une certaine quantité d'un liquide acide, muqueux, de couleur grisâtre, sensiblement salé, qui se rapproche par sa composition de celui qui se rencontre quelquefois chez l'homme, et dont nous venons de donner l'analyse approximative d'après M. Chevreul.

C'est au liquide résultat du mélange des mucosités de la bouche, du pharynx, de l'œsophage et de l'estomac, avec le liquide sécrété par les follicules des mêmes parties et avec la salive, que les physiologistes ont donné le nom de *suc gastrique*, et auquel ils ont attribué des propriétés particulières.

Dans l'intestin grêle, il se forme de même une grande quantité de matière muqueuse, qui reste habituellement attachée aux parois de l'intestin; elle diffère peu de celle dont nous avons parlé plus haut; elle est visqueuse, filante, a une saveur salée et est acide; elle se renouvelle avec une grande promptitude. Si l'on met à nu la membrane muqueuse de cet intestin sur un chien, et qu'on enlève la couche de mucosité qui s'y trouve en l'absorbant avec une éponge, il faut à peine une minute pour qu'elle reparaisse. On peut répéter autant qu'on veut cette observation, jusqu'à ce que l'intestin s'enflamme par suite du contact de l'air et des corps étrangers. La mucosité de l'estomac ne pénètre dans la cavité de l'intestin grêle que sous la forme d'une matière pulpeuse, grisâtre, opaque, qui a toute l'apparence d'un chyme particulier.

C'est à la surface de cette même portion du canal digestif que la bile est versée, ainsi que le liquide sécrété par le pancréas. Je ne crois pas qu'on ait jamais observé sur un homme vivant la manière dont se fait l'écoulement de la bile et du liquide pancréatique. Sur les animaux, tels que les chiens, l'écoulement de ces fluides se fait par intervalles, c'est-à-dire qu'environ deux fois dans une minute on voit sourdre de l'orifice du canal cholédoque ou biliaire une goutte de bile, qui se répand aussitôt

---

(1) Un habile chimiste anglais, M. W. Prout, a cru reconnaître dans l'acide du suc gastrique des animaux l'acide hydrochlorique libre, mais ses expériences sont contestées par M. Lassaigne. Il serait d'ailleurs extraordinaire qu'un corps aussi facile à reconnaître eût échappé à l'investigation de chimistes tels que Berzélius, Thénard, Chevreul.

uniformément et en nappe sur les parties environnantes, qui en sont déjà imprégnées; aussi trouve-t-on toujours dans l'intestin grêle une certaine quantité de bile.

L'écoulement du liquide formé par le pancréas se fait d'une manière analogue, mais il est beaucoup plus lent; il se passe quelquefois un quart-d'heure avant que l'on voie sortir une goutte de ce fluide par l'orifice du canal qui le verse dans l'intestin. J'ai vu cependant, dans quelques cas, l'écoulement du fluide pancréatique se faire avec plus de rapidité.

Les différens fluides qui sont déposés dans l'intestin grêle, savoir, la matière chymeuse, qui vient de l'estomac, le mucus, le fluide folliculaire, la bile, et le liquide pancréatique, se mêlent; mais, à raison de ses propriétés et peut-être de sa proportion, la bile prédomine et donne au mélange sa couleur et sa saveur. Une grande partie de ce mélange descend vers le gros intestin et y pénètre; dans ce trajet, il prend de la consistance, et la couleur jaune clair qu'il avait d'abord devient jaune foncé et ensuite verdâtre. Il y a cependant, sous ce rapport, des différences individuelles très-tranchées.

Dans le gros intestin, la sécrétion muqueuse et folliculaire paraît moins active que dans l'intestin grêle. Le mélange des fluides provenant de ce dernier y acquiert plus de consistance; il y contracte une odeur fétide, analogue à celle des matières fécales ordinaires : il en a d'ailleurs l'apparence, en raison de sa couleur, de son odeur, etc.

La connaissance de ces faits permet de concevoir comment une personne qui ne fait point usage d'alimens peut continuer à rendre des excrémens, et comment, dans certaines maladies, la quantité de ceux-ci est très-considérable, quoique le malade soit depuis long-temps privé de toute substance alimentaire, même liquide.

Autour de l'anus il existe des follicules qui sécrètent une matière grasse et d'une odeur particulière assez forte.

On rencontre presque constamment des gaz dans le canal intestinal; l'estomac n'en contient que très-peu. Leur nature chimique n'a point encore été examinée avec soin; mais comme la salive que nous avalons est toujours imprégnée d'air atmosphérique, il est probable que c'est l'air de l'atmosphère, plus ou moins altéré, qui se trouve dans l'estomac; du moins je me suis assuré, par l'expérience, qu'on y rencontre de l'acide carbonique. L'intestin grêle ne contient aussi qu'une très-petite quantité de gaz; c'est un mélange d'acide carbonique, d'azote et d'hydrogène. Le gros intestin contient de l'acide carbonique, de l'azote et de l'hydrogène, tantôt carboné, tantôt sulfuré. J'ai vu vingt-trois centièmes de ce gaz dans le rectum d'un individu récemment supplicié, dont le gros intestin ne contenait point de matière fécale.

Quelle est l'origine de ces gaz? Viennent-ils du dehors? sont-ils sécrétés par la membrane muqueuse digestive, ou bien sont-ils le résultat de la réaction des élémens qui composent les matières contenues dans le canal intestinal? Cette question sera examinée plus tard; remarquons cependant qu'il y a des circonstances où nous avalons, sans le savoir, beaucoup d'air atmosphérique.

La couche musculeuse du canal digestif doit être remarquée sous le rapport des différens modes de contraction qu'elle présente. Les lèvres, les mâchoires, dans la plupart des cas la langue, les joues, se meuvent par une contraction entièrement semblable à celle des muscles de la locomotion. Le voile du palais, le pharynx, l'œsophage, et dans quelques circonstances particulières la langue, offrent bien des mouvemens qui ont une analogie manifeste avec la contraction musculaire, mais qui en diffèrent beaucoup, puisqu'ils s'exécutent sans la participation de la volonté. J'ai pourtant eu occasion de voir quelques personnes qui pouvaient mouvoir volontairement le voile du palais et la partie supérieure du pharynx.

Ceci ne veut pas dire que les mouvemens des parties que je viens de nommer soient hors de l'influence nerveuse, l'expérience prouve directement le contraire. Si, par exemple, on coupe les nerfs qui se rendent à l'œsophage, ce conduit est aussitôt privé de sa faculté contractile.

Les muscles du voile du palais, ceux du pharynx, les deux tiers supérieurs de l'œsophage, ne se contractent guère comme organes digestifs que lorsqu'il s'agit de faire pénétrer quelques substances de la bouche dans l'estomac. Le tiers inférieur de l'œsophage présente un phénomène particulier qu'il est important de connaître : c'est un mouvement alternatif de contraction et de relâchement qui existe d'une manière continue. La contraction commence à la réunion des deux tiers supérieurs du conduit avec le tiers inférieur ; elle se prolonge avec une certaine rapidité jusqu'à l'insertion de l'œsophage dans l'estomac ; une fois produite, elle persiste un temps variable ; sa durée moyenne est au moins de trente secondes. Contracté ainsi dans son tiers inférieur, l'œsophage est dur et élastique comme une corde fortement tendue. Le relâchement qui succède à la contraction arrive tout-à-coup et simultanément dans chacune des fibres contractées ; dans certains cas cependant, il semble se faire des fibres supérieures vers les inférieures. Dans l'état de relâchement, l'œsophage présente une flaccidité remarquable, qui contraste singulièrement avec l'état de contraction.

Ce mouvement de l'œsophage est sous la dépendance des nerfs de la huitième paire. Quand on a coupé ces nerfs sur un animal, l'œsophage ne se contracte plus, mais il n'est pas non plus dans le relâchement que nous venons de décrire ; ses fibres, soustraites à l'influence nerveuse, se raccourcissent avec une certaine force ; et le canal se trouve dans un état intermédiaire de la contraction et du relâchement. La vacuité ou la distension de l'estomac influent sur la durée et l'intensité de la contraction de l'œsophage (1).

Depuis l'extrémité inférieure de l'estomac jusqu'à la fin de l'intestin rectum, le canal intestinal présente un mode de contraction qui diffère, sous presque tous les rapports, de la contraction de la partie sus-diaphragmatique du canal. Cette contraction se fait toujours lentement et d'une manière irrégulière ; il se passe quelquefois une heure sans qu'on en aperçoive aucune trace, d'autres fois plusieurs portions intestinales se contractent à la fois Elle paraît très-peu influencée par le système nerveux ; elle continue, par exemple, dans l'estomac après la section des nerfs de la huitième paire : elle devient plus active par l'affaiblissement des animaux, et même par leur mort ; chez quelques-uns, elle prend, par cette cause, une accélération considérable ; elle persiste, quoique le canal intestinal ait été entièrement séparé du corps. La portion pylorique de l'estomac, l'intestin grêle, sont les points du canal intestinal où elle se présente le plus souvent et d'une manière plus constante. Ce mouvement, qui résulte de la contraction successive ou simultanée des fibres longitudinales et circulaires du canal intestinal, a été diversement désigné par les auteurs : les uns l'ont nommé *vermiculaire*, ceux-ci *péristaltique*, ceux-là *contractilité organique sensible*, etc. Quoi qu'il en soit, la volonté ne paraît exercer sur lui aucune influence sensible (2).

---

(1) Le mouvement alternatif du tiers inférieur de l'œsophage n'existe pas chez le cheval ; mais chez cet animal les piliers du diaphragme ont sur l'extrémité cardiaque de ce conduit une action particulière qui n'existe point chez les animaux qui vomissent aisément. *Voyez* le détail des expériences que j'ai faites sur ce sujet, et le rapport des commissaires de l'Institut, dans le *Bulletin de la Société philomatique*, année 1815. Depuis cette époque j'ai observé avec plus de soin l'œsophage du cheval, et j'ai remarqué que son extrémité diaphragmatique, dans une étendue de huit ou dix pouces, n'est point contractile à la manière des muscles. L'irritation des nerfs de la huitième paire, le galvanisme, la laissent immobile ; mais elle est très-élastique, et maintient tellement fermé le bout inférieur de l'œsophage, que même long-temps après la mort il est difficile d'y introduire le doigt, et qu'il faut exercer une très-forte pression pour y faire pénétrer l'air. Cette disposition est, je crois, la véritable raison pour laquelle les chevaux vomissent si difficilement, et se rompent quelquefois l'estomac en s'efforçant à vomir.

(2) Dans le cheval, la moitié splénique de l'estomac est plus contractile que la portion pylorique ; aussi les alimens séjournent peu dans l'estomac de cet animal, et la digestion se fait en

Les muscles de l'anus se contractent volontairement.

La portion sus-diaphragmatique du conduit digestif n'est point susceptible d'éprouver une dilatation considérable; il est facile de voir, par sa structure et le mode de contraction de sa couche musculeuse, qu'elle ne doit point laisser séjourner les alimens dans sa cavité, mais qu'elle est plutôt destinée à transporter ces substances des la bouche dans l'estomac. Ce dernier organe et le gros intestin sont au contraire évidemment disposés pour se prêter à une distension très-grande; aussi les substances qui sont introduites dans le canal alimentaire s'accumulent-elles et font-elles un séjour plus ou moins long à leur intérieur.

Le diaphragme et les muscles abdominaux déterminent continuellement une sorte de ballottement des organes digestifs contenus dans la cavité abdominale; ils exercent sur ces mêmes organes une pression continuelle, qui devient quelquefois très-considérable. Nous verrons plus bas comment ces deux causes, réunies ou séparées, concourent à différens actes de la digestion.

De la faim et de la soif.

La digestion nécessite de la part de l'homme et des animaux un certain nombre d'actions pour se procurer et saisir les alimens, et les introduire dans l'estomac: cette introduction doit cesser à l'époque où l'estomac est rempli, ou ne doit se faire qu'en raison des besoins de l'économie; en général il est avantageux qu'elle ne se fasse qu'après que la digestion précédente est terminée; il est aussi d'autres circonstances où elle serait nuisible. Il était donc nécessaire que l'homme et les animaux fussent avertis du moment où il est nécessaire de porter des alimens solides ou liquides dans l'estomac, et des cas où il serait désavantageux de le faire. La nature est arrivée à ce but important en faisant développer plusieurs sentimens instinctifs qui nous avertissent des besoins de l'économie et de l'état particulier des organes digestifs. Ces sentimens indicateurs de nos besoins varient suivant l'espèce de ceux-ci: ils peuvent être divisés en ceux qui nous excitent à faire usage de telle ou telle substance, et en ceux qui nous en éloignent. Les premiers se rapportent à la *faim* et à la *soif*, les seconds à la *satiété* et au *dégoût*.

De la faim.

Le besoin des alimens solides est caractérisé par un sentiment particulier dans la région de l'estomac et par une faiblesse générale plus ou moins marquée. En général ce sentiment se renouvelle quand l'estomac est vide depuis quelque temps; il est très-variable pour l'intensité et pour la nature, suivant les individus, et même chez le même individu. Chez les uns, sa violence est extrême; chez d'autres, il se fait à peine sentir; quelques-uns même ne l'éprouvent jamais, et mangent seulement parce que l'heure des repas est arrivée. Plusieurs personnes éprouvent un tiraillement, un resserrement plus ou moins pénible dans la région épigastrique; chez d'autres, c'est

---

grande partie dans les intestins. La panse des ruminans, le feuillet, la caillette, sont fort peu contractiles, mais le bonnet se contracte d'une manière très-active, bien que sa contraction ne prenne point le caractère de la portion sus-diaphragmatique du canal intestinal. Les oiseaux, les reptiles et les poissons n'ont de contraction brusque que dans les organes de la déglutition, tout le reste du canal digestif se contracte à la manière péristaltique. Ce phénomène est très-frappant pour le gésier des oiseaux, qu'on représente comme un muscle très-énergique; l'irritation des huitièmes paires ne le fait point entrer en contraction.

une chaleur douce dans la même région, accompagnée de bâillemens, et d'un bruit particulier, produit par le déplacement des gaz contenus dans l'estomac, qui se contracte. Lorsqu'on ne satisfait pas à ce besoin, il s'accroît et peut se transformer en une vive douleur; il en est de même de la sensation de faiblesse et de fatigue générale qu'on éprouve, et qui peut aller jusqu'au point de rendre les mouvemens difficiles ou même impossibles.

Les auteurs distinguent dans la faim des phénomènes locaux et des phénomènes généraux.

Cette distinction en elle-même est bonne et peut être avantageuse à l'étude; mais n'a-t-on pas souvent décrit, comme phénomènes locaux ou généraux de la faim, des suppositions gratuites dont la théorie rendait l'existence probable? Ce point de physiologie est un de ceux où le défaut d'expériences directes se fait le plus vivement sentir.

On compte parmi les phénomènes locaux de la faim, le resserrement et la contraction de l'estomac. « Les parois du viscère deviennent, dit-on, plus épaisses; il a changé de forme, de situation, et tiré un peu à lui le duodénum; sa cavité contient de la salive mêlée d'air, des mucosités, de la bile hépatique, qui a reflué par suite du tiraillement du duodénum: il y a d'autant plus de ces diverses humeurs dans l'estomac que la faim est plus prolongée. La bile cystique ne coule pas dans le duodénum; elle s'amasse dans la vésicule biliaire, et y est d'autant plus abondante et d'autant plus noire, que l'abstinence dure depuis plus long-temps. Il y a un changement dans l'ordre de la circulation des organes digestifs; l'estomac reçoit moins de sang, soit à cause de la fluxuosité de ses vaisseaux, plus grande alors, parce qu'il est resserré, soit à cause de la compression de ses nerfs, par suite de ce même resserrement, et dont l'influence sur la circulation serait alors diminuée. D'un autre côté, le foie, la rate, l'épiploon, en reçoivent davantage et font l'office de diverticulum; le foie et la rate, parce qu'ils sont moins soutenus quand l'estomac est vide, et qu'ils offrent dès lors un abord plus facile au sang; et l'épiploon, parce qu'alors les vaisseaux sont moins flexueux, etc. (1). » La plupart de ces données sont conjecturales et à peu près dénuées de preuves; mais elles ont déjà, en partie, été réfutées par Bichat: quelques-unes des objections de cet ingénieux physiologiste ne sont pas elles-mêmes à l'abri de toute critique. Ne pouvant entrer ici dans les détails de cette discussion, je dirai seulement les observations que j'ai faites à cette occasion.

Après vingt-quatre, quarante-huit et même soixante heures d'abstinence complète, je n'ai jamais vu la contraction et le resserrement de l'estomac dont parlent les auteurs; cet organe m'a toujours présenté des dimensions assez considérables, surtout dans son extrémité splénique: ce n'est que passé le quatrième ou cinquième jour qu'il m'a paru revenir sur lui-même, diminuer beaucoup de capacité, et changer légèrement de position; encore ces effets ne sont-ils très-marqués que lorsque le jeûne a été rigoureusement observé.

Bichat pense que la pression soutenue par l'estomac quand il est vide est égale à celle qu'il supporte quand il est distendu par les alimens, attendu, dit-il, que les parois abdominales se resserrent à mesure que le volume de l'estomac diminue. On peut aisément s'assurer du contraire en mettant un ou deux doigts dans la cavité abdominale, après avoir incisé ses parois; il sera facile alors de reconnaître que la pression soutenue par les viscères est, en quelque sorte, en raison directe de la distension de l'estomac: si l'estomac est plein, le doigt sera fortement pressé, et les viscères feront effort pour s'échapper à travers l'ouverture; s'il est vide, la pression sera très-peu marquée, et les viscères auront peu de tendance à sortir de la cavité abdominale. On sent que dans cette expérience il ne faut pas confondre la pression exercée

(1) *Dictionnaire des Sciences médicales*, art. DIGESTION.

par les muscles abdominaux lorsqu'ils sont relâchés, avec celle qu'ils exercent en se contractant avec force. Aussi, lorsque l'estomac est vide, tous les réservoirs contenus dans l'abdomen se laissent-ils plus facilement distendre par les matières qu'ils doivent retenir quelque temps. C'est, je crois, la principale raison pour laquelle la bile s'accumule dans la vésicule du fiel. Quant à la présence de la bile dans l'estomac, que quelques personnes regardent comme l'une des causes de la faim, je crois qu'à moins de circonstances maladives la bile ne s'y introduit point, quoique son écoulement continue dans l'intestin grêle, comme je m'en suis directement assuré.

La quantité de mucosité que présente la cavité de l'estomac est d'autant moins considérable, que l'abstinence se prolonge davantage. Mes expériences sur ce point sont entièrement d'accord avec celle de Dumas.

Relativement à la quantité de sang qui se porte à l'estomac dans l'état de vacuité, à raison du volume de ses vaisseaux et du mode de circulation qui existe alors, je suis tenté de croire qu'il reçoit moins de ce fluide que lorsqu'il est rempli d'alimens; mais, loin d'être sous ce rapport en opposition avec les autres organes abdominaux, cette disposition me paraît être commune à tous les organes contenus dans l'abdomen.

Aux phénomènes généraux de la faim se rapporte un affaiblissement et une diminution de l'action de tous les organes; la circulation et la respiration se ralentissent, la chaleur du corps baisse, les sécrétions diminuent, toutes les fonctions s'exercent avec plus de difficulté. On dit que l'absorption seule devient plus active, mais rien n'est rigoureusement démontré à cet égard.

La faim, l'appétit même, qui n'est que son premier degré, doivent être distingués du sentiment qui nous porte à nous nourrir de préférence de tel ou tel genre d'aliment, de celui qui nous fait, dans un repas, porter notre choix sur un mets plutôt que sur un autre, etc. Ces sentimens sont très-éloignés de la faim réelle, qui exprime les besoins véritables de l'économie; ils tiennent en grande partie à la civilisation, aux habitudes, à certaines idées relatives aux propriétés des alimens. Quelques-uns sont en rapport avec la saison, le climat; et alors ils deviennent tout aussi légitimes que la faim elle-même : tel est celui qui nous porte vers le régime végétal dans les pays chauds, ou durant les chaleurs de l'été.

Certaines circonstances rendent la faim plus intense et la font revenir à des intervalles plus rapprochés : tels sont un air froid et sec, l'hiver, le printemps, les bains froids, les frictions sèches sur la peau, l'exercice du cheval, la marche, les fatigues du corps, et en général toutes les causes qui mettent en jeu l'action des organes et accélèrent le mouvement nutritif, avec lequel la faim est essentiellement liée. Quelques substances introduites dans l'estomac excitent un sentiment qui a de l'analogie avec la faim, mais qu'il ne faut cependant pas confondre avec elle.

Il est des causes qui diminuent l'intensité de la faim et qui éloignent les époques auxquelles elle se manifeste habituellement : de ce nombre sont l'habitation des pays chauds et des lieux humides, le repos du corps et de l'esprit, les passions tristes, et enfin toutes les circonstances qui s'opposent à l'action des organes et diminuent l'activité de la nutrition. On connaît aussi des substances qui, portées dans les voies digestives, font cesser la faim, ou empêchent son développement, comme l'opium, les boissons chaudes, etc.

Que n'a-t-on pas dit sur les causes de la faim? Elle a été tour-à-tour attribuée à la prévoyance du principe vital, aux frottemens des parois de l'estomac l'une contre l'autre, au tiraillement du foie sur le diaphragme, à l'action de la bile sur l'estomac, à l'âcreté et à l'acidité du suc gastrique, à la fatigue des fibres de l'estomac contractées, à la compression des nerfs de ce viscère, etc., etc. La faim résulte, comme toutes les autres sensations internes, de l'action du système nerveux; elle n'a d'autre siége que ce système lui-même, et d'autres causes que les lois générales de l'organisation. Ce qui prouve bien la vérité de cette assertion, c'est qu'elle continue quelquefois, quoique l'estomac soit rempli d'alimens; c'est qu'elle peut ne pas se développer,

quoique l'estomac soit vide depuis long-temps; enfin, c'est qu'elle est soumise à l'habitude, au point de cesser spontanément quand l'heure habituelle du repas est passée. Ceci est vrai, non-seulement du sentiment qu'on éprouve dans la région de l'estomac, mais encore de la faiblesse générale qui l'accompagne, et qui par conséquent ne peut être considérée comme réelle, au moins dans les premiers instans où elle se manifeste.

Plusieurs auteurs confondent la faim avec les effets d'une abstinence complète et prolongée jusqu'à ce que la mort arrive : nous ne suivrons pas leur exemple. La faim, considérée comme phénomène instinctif, appartient à la physiologie; considérée comme cause de maladie, elle n'est plus du ressort de cette science et appartient à la séméiotique.

De la soif.

On nomme *soif* le désir de faire usage de boisson. Il varie suivant les individus, et il est rarement semblable chez une même personne. En général il consiste en un sentiment de sécheresse, de constriction et de chaleur qui règne dans l'arrière-bouche, le pharynx, l'œsophage, et quelquefois dans l'estomac. Pour peu que la soif se prolonge, il survient de la rougeur et du gonflement à ces parties, la sécrétion muqueuse cesse presque entièrement; celle des follicules s'altère, devient épaisse et tenace; l'écoulement de la salive diminue, et la viscosité de ce fluide augmente sensiblement. Ces phénomènes s'accompagnent d'une inquiétude vague, d'une ardeur générale; les yeux deviennent rouges, l'esprit éprouve un certain trouble, le mouvement du sang s'accélère, la respiration devient haletante, la bouche est souvent et largement ouverte afin de mettre l'air extérieur en contact avec les parties irritées, et d'éprouver un soulagement instantané.

Le plus souvent l'envie de boire se développe quand, par une cause quelconque, la chaleur et la sécheresse de l'atmosphère par exemple, le corps a fait une perte abondante en liquide; mais elle se manifeste dans un grand nombre de circonstances différentes, telles que d'avoir parlé long-temps, mangé certains alimens, avalé une substance qui s'arrête dans l'œsophage, etc. L'habitude vicieuse de boire fréquemment, et le désir d'éprouver la saveur de quelques liquides, comme le vin, l'eau-de-vie, etc., déterminent le développement d'un sentiment qui a la plus grande analogie avec la soif.

Il y a des personnes qui n'ont jamais ressenti la soif, qui prennent, en quelque sorte, des boissons par convenance, mais qui vivraient très-long-temps sans y songer et sans éprouver aucun inconvénient de leur privation; il en est d'autres chez qui la soif se renouvelle souvent et devient très-impérieuse, jusqu'à leur faire boire vingt ou trente litres de liquide dans vingt-quatre heures : on remarque sous ce rapport de nombreuses différences individuelles.

Remonterons-nous, avec certains auteurs, à la cause prochaine de la soif? dirons-nous qu'elle est l'effet de la prévoyance de l'ame? placerons-nous son siége dans les nerfs du pharynx, dans les vaisseaux sanguins ou dans les vaisseaux lymphatiques? Ces considérations ne doivent plus désormais trouver place que dans l'histoire de la physiologie. La soif est un sentiment instinctif; elle tient essentiellement à l'organisation; elle ne comporte aucune explication de ce genre : le sentiment de sécheresse et de chaleur qui l'accompagne paraît l'expression naturelle de l'état qui suit l'évaporation de la partie aqueuse du sang ou simplement de son excrétion; car toutes les fois que nous perdons par une cause quelconque une grande partie de la sérosité du sang, nous sommes tourmentés par la soif.

Nous ne parlerons pas non plus des phénomèmes morbides qui accompagnent et qui précèdent la mort par la privation complète des boissons; cette étude appartient tout entière à la physiologie pathologique.

Des alimens.

On donne en général le nom d'*alimens* à toute substance qui, soumise à l'action des organes de la digestion, peut seule nourrir. Dans ce sens, un aliment est nécessairement extrait des végétaux ou des animaux; car il n'y a que les corps qui ont joui de la vie qui puissent servir utilement à la nutrition des animaux pendant un certain temps. Cette manière d'envisager les alimens est trop restreinte. Pourquoi refuser le nom d'*aliment* à des substances qui, à la vérité, ne pourraient nourrir seules, mais qui concourent efficacement à la nutrition, puisqu'elles entrent dans la composition des organes et des fluides animaux? Tels sont le muriate de soude, l'oxide de fer, la silice, et surtout l'eau, qui se trouve en si grande quantité dans le corps des animaux et y est si nécessaire. Il me paraît préférable de considérer comme aliment toute substance qui peut servir à la nutrition, en établissant toutefois la distinction importante des substances qui peuvent nourrir seules, et de celles qui ne servent à la nutrition que de concert avec les premières (1). Encore est-ce une question qui n'est pas résolue, que de savoir s'il est possible de vivre long-temps en ne mangeant qu'une seule et même substance alimentaire, quelles que soient d'ailleurs ses qualités nutritives. (*Voyez* NUTRITION.)

Quant à une idée nette de ce qu'on doit entendre par *aliment*, pour la donner il faudrait connaître à fond le phénomène de la nutrition; or, la science n'en est point encore là.

Sous le rapport de leur nature, les alimens diffèrent entre eux par l'espèce de principe immédiat qui prédomine dans leur composition. On peut les distinguer en neuf classes :

1° *Alimens féculeux :* froment, orge, avoine, riz, seigle, épeautre, sarazin, maïs, pommes de terre, sagou, salep, pois, haricots, lentilles, etc.

2° *Alimens mucilagineux :* carotte, salsifis, betterave, navet, asperge, chou, laitue, artichaut, cardon, potiron, melon, etc.

3° *Alimens sucrés :* les diverses espèces de sucre, les figues, les dattes, les raisins secs, les abricots, etc.

4° *Alimens acidules :* oranges, groseilles, cerises, pêches, fraises, framboises, mûres, raisins, prunes, poires, pommes, oseille, etc.

5° *Alimens huileux et graisseux :* cacao, olives, amandes douces, noisettes, noix, les graisses animales, les huiles, le beurre, etc.

6° *Alimens caséeux :* les différentes espèces de lait, toutes les variétés de fromage.

7° *Alimens gélatineux :* les tendons, les aponévroses, le chorion, le tissu cellulaire, les animaux très-jeunes, etc.

8° *Alimens albumineux :* le cerveau, les nerfs, les œufs, etc.

9° *Alimens fibrineux :* la chair et le sang des divers animaux.

J'ai proposé, il y a quelques années, une autre manière de distinguer les alimens entre eux; elle consiste à les partager en deux classes, l'une qui comprend les ali-

---

(1) Hippocrate dit : *Il y a plusieurs espèces d'alimens, mais il n'y a cependant qu'un seul aliment :* cette proposition souvent reproduite ne m'a jamais présenté un sens clair. En effet, veut-on dire que dans une substance alimentaire il n'y a qu'une partie qui soit nutritive? mais alors quelle est cette partie, et ne varie-t-elle pas pour chaque aliment? Veut-on dire que les alimens servent, en dernière analyse, à former une substance toujours la même, qui est le chyle? on ne dira point encore vrai, car le chyle a des qualités variables suivant les alimens. Pense-t-on que les alimens servent à renouveler dans le sang une substance particulière qui seule peut nourrir, et qui serait le *quod nutrit* des anciens? mais cette substance existe-t-elle? Veut-on enfin supposer qu'il y a dans tous les alimens un principe particulier, partout identique, essentiellement nutritif? rien n'est moins prouvé.

mens qui contiennent peu ou point d'azote, et ceux qui en contiennent une grande proportion.

Alimens peu ou point azotés.

Les diverses espèces de sucre; les fruits sucrés, rouges, acides; les huiles, les graisses, le beurre, les alimens mucilagineux, les céréales, les riz, les pommes de terre, etc.

Alimens azotés.

Les graines légumineuses, telles que les pois, les haricots, les fèves, les lentilles, les épinards, les amandes douces et amères, les noix, les noisettes, les alimens gélatineux, les albumineux, les fibrineux, et surtout les divers fromages; car le caséum est de tous les principes immédiats azotés alimentaires, celui où l'azote se trouve en plus grande proportion.

Cette distinction des alimens en *azotés* et *non azotés* est très-utile dans ses applications au régime, surtout dans les maladies telles que la goutte, le rhumatisme et la gravelle (1).

On pourrait ajouter à cette liste un grand nombre de substances qui sont employées comme médicamens, mais qui, sans doute, sont nutritives, au moins dans quelques-uns de leurs principes immédiats : tels sont la manne, les tamarins, la pulpe de casse, les extraits et les sucs végétaux, les décoctions animales ou végétales vulgairement nommées *tisanes*, etc.

Parmi les alimens, il en est peu qui soient employés tels que la nature les offre; le plus souvent ils doivent être préparés, disposés d'une manière convenable avant d'être soumis à l'action des organes digestifs. Les préparations qu'ils subissent varient à l'infini, suivant l'espèce d'aliment, suivant les peuples, les climats, les coutumes, le degré de la civilisation; la mode même n'est pas sans influence sur l'art de préparer les alimens.

Entre les mains du cuisinier habile, les substances alimentaires changent presque entièrement de nature : forme, consistance, odeur, saveur, couleur, composition chimique, etc., tout est tellement modifié, qu'il est souvent impossible au goût le plus exercé de reconnaître la substance qui fait la base de certains mets. Le but principal de la cuisine est de rendre les alimens agréables aux sens et de facile digestion; mais il est rare qu'elle s'arrête là : fréquemment, chez les peuples avancés dans la civilisation, l'objet qu'elle ambitionne est d'exciter des palais blasés et dédaigneux, de contenter des goûts bizarres, ou de satisfaire la vanité. Alors elle devient une véritable science, qui a ses règles et son empirisme, et qui exerce une grande influence sociale, contribue puissamment au bien-être, favorise le développement de l'intelligence, mais qui amène aussi quelquefois des maladies douloureuses, abrutit l'esprit, affaiblit le corps, et a causé plus d'une fois une mort prématurée.

Des boissons.

On entend par boisson un liquide qui, lorsqu'il est introduit dans les organes digestifs, étanche la soif, et répare les pertes que nous faisons habituellement de la partie fluide de nos humeurs. A ce titre, les boissons sont de véritables alimens.

---

(1) Voyez *Mémoire sur les propriétés nutritives des substances qui ne contiennent pas d'azote, Annales de Chimie,* 1816, et *Recherches physiologiques et médicales sur la gravelle,* deuxième édition, Paris, 1829.

Les boissons se distinguent entre elles par leur composition chimique.

1o L'*eau* et ses différentes espèces : l'eau de source, de rivière, de puits, etc.

2o Les *sucs et infusions des végétaux et des animaux;* sucs de citron, de groseille, le petit-lait, le thé, le café, etc.

3o Les *liqueurs fermentées :* le vin et ses nombreuses espèces, la bière, le cidre, le poiré, etc.

4o Les *liqueurs alcoholiques :* l'eau-de-vie, l'alcohol, l'éther, le kirsch-wasser, le rhum, le rack, les ratafias (1).

Des actions digestives en particulier.

Les actions digestives qui, par leur réunion, forment la digestion, sont, 1° la *préhension des alimens*, 2° la *mastication*, 3° l'*insalivation*, 4° la *déglutition*, 5° l'*action de l'estomac*, 6° l'*action de l'intestin grêle*, 7° l'*action du gros intestin*, 8° l'*expulsion des matières fécales.*

Toutes les actions digestives ne concourent pas également à la production du chyle; l'action de l'estomac et celle de l'intestin grêle sont les seules qui y soient absolument indispensables.

La digestion des alimens solides réclame le plus souvent les huit actions digestives; celle des boissons est beaucoup plus simple : elle ne comprend que la préhension, la déglutition, l'action de l'estomac, et l'action de l'intestin grêle. Il est très-rare que les boissons arrivent jusqu'au gros intestin.

Nous nous occuperons d'abord de la digestion des alimens; nous traiterons ensuite de celle des boissons.

De la préhension des alimens solides.

Les organes de la préhension des alimens sont les membres supérieurs de la bouche. Nous avons parlé ailleurs des membres supérieurs; disons quelques mots des différentes parties qui constituent la bouche.

Pour les anatomistes, la bouche est la cavité ovalaire formée, en haut, par le palais et la mâchoire supérieure ; en bas, par la langue et la mâchoire inférieure; latéralement, par les joues; postérieurement, par le voile du palais et le pharynx, et antérieurement par les lèvres. Les dimensions de la bouche sont variables suivant les individus, et sont susceptibles de s'agrandir dans tous les sens; de haut en bas, par l'abaissement de la langue et l'écartement des mâchoires; transversalement, par la distension des joues ; et d'avant en arrière, par les mouvemens des lèvres et du voile du palais.

Ce sont les mâchoires qui déterminent plus particulièrement la forme et les dimensions de la bouche; la supérieure fait partie essentielle de la face, et ne se meut qu'avec la tête; l'inférieure, au contraire, est douée d'une très-grande mobilité.

De petits corps très-durs nommés *dents* garnissent les mâchoires; ils sont envisagés généralement comme des os, mais ils en diffèrent sous les rapports les plus importans, et particulièrement sous ceux de la structure, du mode de formation, des usages, de l'inaltérabilité au contact de l'air; ils s'en rapprochent sous ceux de la dureté et de la composition chimique.

Tout le monde sait qu'il y a trois espèces de dents: les *incisives*, qui occupent la

---

(1) Voyez l'*Encyclopédie méthodiqué* et le *Dictionnaire des Sciences médicales*, article ALIMENT.

partie antérieure des mâchoires ; les *molaires*, qui en occupent la partie postérieure, et les *canines*, qui sont situées entre les incisives et les molaires.

On distingue deux parties dans les dents : l'une, extérieure, ou *couronne ;* l'autre, contenue dans les mâchoires, ou *racine*. Ces deux parties ont une disposition très-différente. La couronne, appelée à remplir des usages particuliers dans chaque espèce de dents, a une forme qui varie. Elle est cubique dans les molaires, conique dans les canines, et sphénique (1) dans les incisives. Quelle que soit sa forme, la couronne est d'une dureté excessive ; elle s'use avec le temps, à la manière des corps inertes qui subissent des frottemens répétés.

Les racines remplissant, dans les trois espèces de dents, un usage commun, celui d'assurer la solidité de la jonction des dents avec les mâchoires, et de transmettre à celles-ci les efforts quelquefois très-grands que les dents supportent, devaient avoir, et ont en effet une forme commune. Elles sont reçues dans des cavités nommées *alvéoles ;* elles les remplissent exactement. Il paraît que les parois de ces cavités exercent sur les racines des dents une pression assez considérable ; on peut du moins le conjecturer, car ces cavités se resserrent, s'effacent même quand elles ne contiennent pas la racine des dents ou quelque chose qui en ait la forme et la résistance.

Les dents incisives et les dents canines n'ont qu'une racine ; les molaires en ont ordinairement plusieurs. Mais, quel que soit leur nombre, les racines ont toujours la forme d'un cône, dont la base correspond à la couronne et le sommet au fond de l'alvéole ; dans certains cas, elles présentent des courbures plus ou moins prononcées (2).

Le bord alvéolaire est revêtu d'une couche épaisse, fibreuse, résistante, qu'on appelle *gencive*. Cette couche environne exactement la partie inférieure de la couronne des dents, y adhère avec force, et ajoute ainsi à la solidité de la jonction des dents avec les mâchoires. Elle peut supporter sans inconvénient des pressions très-fortes : on verra les avantages qui résultent de cette disposition.

On doit compter au nombre des parties qui concourent à la préhension des alimens, les muscles qui meuvent les mâchoires, et particulièrement l'inférieure. Il en est de même pour la langue, dont les nombreux mouvemens influent beaucoup sur les dimensions de la bouche.

Mécanisme de la préhension des alimens.

Rien n'est plus simple que la préhension des alimens ; elle consiste dans l'introduction des substances alimentaires dans la bouche. A cet effet, les mains saisissent les alimens, les partagent en petites portions susceptibles d'être contenues dans la bouche, et les y introduisent soit directement, soit par l'intermédiaire d'instrumens commodes pour cet usage.

Mais, pour qu'ils puissent pénétrer dans cette cavité, il faut que les mâchoires s'écartent, autrement dit, que la bouche s'ouvre. Or, on a discuté long-temps pour savoir si dans l'ouverture de la bouche la mâchoire inférieure seule se meut, ou bien si les deux mâchoires s'éloignent en même temps l'une de l'autre. Sans entrer dans cette discussion, qui ne mérite peut-être pas toute l'importance qu'on y a attachée, nous dirons que l'observation la plus simple a bientôt fait voir que la mâchoire inférieure se meut seule quand la bouche s'ouvre médiocrement Quand elle s'ouvre largement, la supérieure s'élève, c'est-à-dire que la tête se renverse légèrement sur la colonne vertébrale : mais, dans tous les cas, la mâchoire inférieure est toujours

(1) En forme de coin.
(2) *Voyez* quelques autres détails relatifs aux dents, à l'article *Mastication*.

celle dont les mouvemens sont le plus étendus, à moins qu'un obstacle physique ne s'oppose à son abaissement. Alors l'ouverture de la bouche dépend uniquement du renversement de la tête sur la colonne vertébrale, ou, ce qui est la même chose, de l'élévation de la mâchoire supérieure.

Dans beaucoup de cas, lorsque l'aliment est introduit dans la bouche, les mâchoires se rapprochent pour le retenir et prendre part à la mastication ou à la déglutition; mais fréquemment l'élévation de la mâchoire inférieure concourt à la préhension des alimens. On en a un exemple quand on veut *mordre* dans un fruit : alors les dents incisives s'enfoncent, chacune en sens opposé, dans la substance alimentaire, et, agissant comme des branches de ciseaux, elles détachent une portion de la masse.

Ce mouvement est principalement produit par la contraction des muscles élévateurs de la mâchoire inférieure, qui représente un levier du troisième genre, dont la puissance est, à l'insertion des muscles élévateurs, le point d'appui dans l'articulation temporo-maxillaire, et la résistance dans la substance sur laquelle agissent les dents.

Le volume du corps placé entre les dents incisives influe sur la force avec laquelle il peut être pressé. S'il est peu volumineux, la force sera beaucoup plus grande, car tous les muscles élévateurs s'insèrent perpendiculairement à la mâchoire, et la totalité de leur force est employée à mouvoir le levier qu'elle représente; si le volume du corps est tel qu'il puisse à peine être introduit dans la bouche, pour peu qu'il présente de résistance, les dents incisives ne pourront l'entamer, car les muscles masséters, crotaphites et ptérygoïdiens internes s'insèrent très-obliquement à la mâchoire, d'où résulte la perte de la plus grande partie de la force qu'ils développent en se contractant.

Quand l'effort que les muscles des mâchoires exercent n'est pas suffisant pour détacher une portion de la masse alimentaire, la main agit sur celle-ci de manière à la séparer de la portion retenue par les dents. D'un autre côté, les muscles postérieurs du cou tirent fortement la tête en arrière, et de la combinaison de ces efforts résulte l'isolement d'une portion d'aliment qui reste dans la bouche. Dans ce mode de préhension, les dents incisives et canines sont le plus ordinairement employées; il est rare que les molaires y prennent part (1).

Par la succession des mouvemens de préhension, la bouche se remplit, et, à raison de la souplesse des joues et de la facile dépression de la langue, une assez grande quantité d'alimens peut s'y accumuler.

Quand la bouche est *pleine*, le voile du palais est abaissé, son bord inférieur est appliqué sur la partie la plus reculée de la base de la langue, en sorte que toute communication est interceptée entre la bouche et le pharynx.

Mastication et insalivation des alimens.

Indépendamment de ce que nous venons de dire sur la bouche, à l'occasion de la préhension des alimens, pour concevoir les usages qu'elle remplit dans la mastication et l'insalivation, il est utile de remarquer que des fluides provenant de diverses sources abondent dans la bouche. D'abord la membrane muqueuse qui en tapisse les parois sécrète une mucosité abondante; de nombreux follicules isolés ou agglomérés, qu'on observe à l'intérieur des joues, à la jonction des lèvres avec les gencives, sur le dos de la langue, à la face antérieure du voile du palais et de la luette, versent con-

(1) Dans les animaux carnassiers, où ce mode de préhension est fréquemment mis en usage, les trois espèces de dents y participent, mais surtout les canines.

tinuellement le liquide qu'ils forment à la surface interne de la bouche. Il en est de même des glandes muqueuses qui existent en grand nombre dans l'épaisseur du palais et des joues.

Enfin c'est dans la bouche qu'est versée la salive sécrétée par six glandes, trois de chaque côté, et qui portent les noms de *parotides*, de *sous-maxillaires* et de *sublinguales*. Les premières, placées entre l'oreille externe et la mâchoire, ont chacune un canal excréteur qui s'ouvre au niveau de la seconde petite molaire supérieure; chaque glande maxillaire en a un qui se termine sur les côtés du filet de la langue; près de là s'ouvrent ceux des glandes sublinguales.

Il est probable que ces fluides varient de propriétés physiques et chimiques selon l'organe qui les forme; mais la chimie n'a pas encore pu en établir la distinction d'après des expériences directes : le mélange de ces trois fluides, sous le nom de *salive*, a été analysé d'une manière exacte, ainsi que le produit particulier de la glande parotide (1).

Parmi les substances alimentaires déposées dans la bouche, les unes ne font que traverser cette cavité, et n'y éprouvent aucun changement; les autres, au contraire, y font un séjour assez prolongé et y éprouvent plusieurs modifications importantes. Les premières sont les alimens mous ou presque liquides, dont la température s'éloigne peu de celle du corps; les secondes sont les alimens durs, secs, fibreux, et ceux dont la température est plus ou moins éloignée de celle qui est propre à l'économie animale. Les uns et les autres ont cependant ceci de commun, qu'en traversant la bouche ils sont appréciés par les organes du goût.

On peut rapporter à trois modifications principales les changemens que les alimens éprouvent dans la bouche: 1° changement de température; 2° mélange avec les fluides qui sont versés dans la bouche, et quelquefois dissolution dans ces fluides; 3° pression plus ou moins forte, et très-souvent division, broiement qui détruit la cohésion de leurs parties. En outre, elles sont facilement et fréquemment transportées d'un point de cette cavité dans un autre. Ces trois modes d'altération ne s'effectuent pas successivement, mais simultanément et en se favorisant réciproquement.

Le changement de température des alimens retenus dans la bouche est évident; la sensation qu'ils y excitent pourrait seule en fournir la preuve. S'ils ont une température basse, ils produisent une impression vive de froid, qui se prolonge jusqu'à ce qu'ils aient absorbé le calorique nécessaire pour approcher de la température des parois de la bouche; le contraire a lieu si leur température est plus élevée que celle de ces parois.

Il en est des jugemens que nous portons dans cette occasion, comme de ceux qui ont rapport à la température des corps qui touchent la peau : nous y mêlons, à notre insu, une comparaison avec la température de l'atmosphère et avec celle des corps qui ont été antérieurement en contact avec la bouche; de manière qu'un corps, conservant le même degré de chaleur, pourra nous paraître alternativement froid ou chaud, suivant la température des corps avec lesquels la bouche aura été précédemment en rapport.

Le changement de température que les alimens éprouvent dans la bouche n'est qu'un phénomène accessoire; leur trituration et leur mélange plus ou moins intime avec les fluides versés dans cette cavité, sont ceux qui méritent une attention particulière.

Aussitôt qu'un aliment est introduit dans la bouche, la langue le presse en l'appliquant contre le palais ou contre telle autre partie des parois buccales. Si l'aliment a peu de consistance, si ses parties ont peu de cohésion, cette simple pression suffit pour l'écraser; la substance alimentaire est-elle composée d'une partie liquide et

(1) Voyez *Sécrétion de la salive*.

d'une partie solide, par l'effet de cette pression le liquide se sépare, ce qui est solide reste dans la bouche. La langue détermine d'autant mieux l'effet dont nous parlons, que son tissu propre est contractile, et qu'un grand nombre de muscles sont destinés à la faire mouvoir.

On s'étonnera peut-être qu'un organe aussi mou que la langue puisse exercer une action assez forte pour écraser un corps même un peu résistant ; mais, d'une part, elle durcit en se contractant comme tous les muscles, et, en outre, elle présente au-dessous de la membrane muqueuse qui revêt sa face supérieure, une couche fibreuse, épaisse et très-résistante.

Tels sont les phénomènes qui se passent si les alimens ont peu de consistance ; mais s'ils en présentent davantage, ils sont alors soumis à l'action des organes *masticateurs*.

Les agens essentiels de la mastication sont les muscles qui meuvent les mâchoires, la langue, les joues et les lèvres : les os maxillaires et les dents y servent comme de simples instrumens.

Quoique les mouvemens des deux mâchoires puissent concourir à la mastication, presque toujours ce sont ceux de l'inférieure qui l'exercent. Cet os peut être abaissé, élevé et pressé très-fortement contre la mâchoire supérieure, porté en avant, en arrière, et même être dirigé un peu sur les côtés. Ces divers mouvemens sont produits par les muscles nombreux qui s'attachent à l'os maxillaire inférieur.

Mais les mâchoires n'auraient jamais pu remplir l'usage qui leur est confié dans la mastication, si elles n'avaient été garnies de dents, dont les propriétés physiques sont appropriées particulièrement à cette action digestive.

Quelques remarques sur ces corps sont nécessaires pour l'intelligence de ce qui suit.

Les dents molaires sont celles qui servent le plus à broyer les alimens ; elles sont au nombre de vingt, dix à chaque mâchoire, cinq à droite et cinq à gauche. La forme de leur couronne est celle d'un cube irrégulier, la face par laquelle elles se correspondent est hérissée d'aspérités pyramidales, en nombre variable, selon qu'on les examine dans les molaires antérieures ou *petites*, ou bien dans les postérieures ou *grosses*. Ces aspérités sont disposées de façon que celles des dents supérieures s'engrènent aisément entre celles des inférieures, et réciproquement.

A la partie inférieure et au centre de la couronne, il existe une cavité remplie par l'organe qui, dans le jeune âge, a sécrété la dent. La racine est creusée d'un canal que traversent une artère, un filet de nerf, une veine, destinés au bulbe de la dent.

La substance qui forme les dents est d'une dureté excessive, particulièrement la couche extérieure, ou *émail* (1) ; et cette disposition était bien nécessaire. D'abord, destinées à écraser des corps dont la résistance est quelquefois très-grande, il fallait qu'elles présentassent une dureté proportionnée ; de plus, comme elles exercent cet office pendant toute la durée de la vie, ou à peu près, il fallait qu'elles ne s'usassent qu'avec beaucoup de lenteur. Sous ce dernier rapport, leur extrême dureté était indispensable ; car aucun corps, quelque dur qu'il soit, n'échappe à l'usure causée par des frottemens répétés ; à plus forte raison, les corps dont la dureté est moindre, à frottement égal, doivent-ils s'user promptement.

La matière qui forme le corps et la racine des dents paraît homogène dans toutes ses parties ; l'émail qui revêt la couronne, au contraire, présente des fibres disposées en général perpendiculairement à la surface de la dent et très-adhérentes entre elles. Le phosphate et le carbonate de chaux forment presque entièrement la dent de l'homme : sur 100 parties on en trouve 95 de ces sels ; le surplus est de la matière

---

(1) Cette couche est tellement dure, qu'elle fait feu au briquet.

animale (1). L'émail en est presque entièrement dépourvu : c'est à cette cause qu'on doit attribuer sa blancheur et sa dureté plus grandes.

Nous avons déjà fait voir combien est solide l'articulation des dents avec les mâchoires; les dents molaires, en raison de leur usage, devaient en présenter une plus solide encore : aussi ont-elles plusieurs racines, ou, si elles n'en ont qu'une, elle est plus grosse. Du reste, soit qu'elles soient simples ou multiples, leur forme est conique, et elles sont reçues dans des alvéoles de forme semblable. Chaque racine représente un coin qui serait enfoncé dans les mâchoires.

L'ensemble des dents propres à chaque mâchoire forme ce qu'on appelle, en anatomie, les *arcades dentaires*.

La forme de ces arcades est demi-parabolique; l'inférieure est un peu plus grande que la supérieure; la face inférieure de celle-ci est un peu inclinée en dehors, tandis que la face supérieure de l'inférieure l'est en dedans. Ces faces présentent, dans la partie formée par les dents molaires, un sillon central, bordé par deux rangées d'éminences. Lorsque les mâchoires sont rapprochées, les dents incisives et canines inférieures sont placées en partie derrière les supérieures; le bord saillant externe de l'arcade dentaire inférieure s'enfonce dans le sillon de l'arcade supérieure. Dans les circonstances où les incisives se rencontrent par leur bord, il reste un intervalle entre les molaires.

Pour ajouter à la solidité de la jonction des dents avec les mâchoires, la nature les a disposées de façon qu'elles se touchent presque toutes par leurs côtés, qui présentent à cet effet une facette particulière.

Il résulte de cette disposition que quand une dent supporte un effort quelconque, une partie de cet effort est transmise à toute l'arcade dont elle fait partie.

Ces faits étant connus, l'explication du mécanisme de la mastication ne présente plus de difficulté.

Mécanisme de la mastication.

Pour que la mastication commence, il faut que la mâchoire inférieure s'abaisse, effet qui est produit par le relâchement de ses muscles élévateurs et par la contraction des abaisseurs. Les alimens doivent être ensuite poussés entre les arcades dentaires, soit par la langue, soit par toute autre cause : alors la mâchoire inférieure est élevée par les muscles masséters, ptérygoïdiens internes et temporaux, dont l'intensité de contraction est mesurée sur la résistance que présentent les alimens. Ceux-ci, pressés entre deux surfaces inégales, dont les aspérités s'engrènent, sont divisés en petites portions, dont le nombre est en raison de la facilité avec laquelle ils ont cédé.

Mais un seul mouvement de ce genre n'atteint qu'une partie des alimens contenus dans la bouche, et il faut qu'ils y soient tous également divisés. C'est ce qui arrive par la succession des mouvemens de la mâchoire inférieure, et par la contraction des muscles des joues, de ceux de la langue et des lèvres, qui portent successivement et avec promptitude les alimens entre les dents, pendant l'écartement des mâchoires, afin qu'ils soient écrasés lorsqu'elles se rapprocheront.

Quand les substances alimentaires sont molles et faciles à écraser, deux ou trois mouvemens de mastication suffisent pour diviser tout ce qui est contenu dans la bouche; les trois espèces de dents y prennent part. Il faut une mastication plus prolongée quand les substances sont résistantes, fibreuses, coriaces : dans ce cas, on ne

(1) Des expériences m'ont appris que la proportion de la matière animale est beaucoup plus grande dans les animaux herbivores, et plus grande encore dans les carnassiers. La quantité proportionnelle de carbonate de chaux est plus grande dans les herbivores que dans les carnassiers et dans l'homme.

mâche qu'avec les dents molaires, et souvent que d'un seul côté à la fois, comme pour permettre à l'autre de se reposer. En employant les dents molaires, on a l'avantage de raccourcir le bras de levier que représente la mâchoire, et de le rendre ainsi moins désavantageux pour la puissance qui le fait mouvoir.

Dans la mastication, les dents ont à supporter des pressions quelquefois très-considérables, qui les auraient inévitablement ébranlées ou même déplacées sans l'extrême solidité de leur articulation avec les mâchoires. Chaque racine agit comme un coin, et transmet aux parois des alvéoles la force avec laquelle elle est pressée.

L'avantage de la forme conique des racines n'est point douteux. En raison de cette forme, la force qui presse la dent, et qui tend à l'enfoncer dans la mâchoire, est décomposée; une partie fait effort pour écarter les parois alvéolaires, l'autre pour les abaisser; et la transmission, au lieu de se faire à l'extrémité de la racine, ce qui n'aurait pas manqué d'arriver si elle eût été cylindrique, se fait sur toute la surface de l'alvéole. Les dents molaires, qui avaient des efforts plus considérables à soutenir, ont plusieurs racines, ou au moins une racine très-grosse. Les dents incisives et canines, qui n'ont qu'une seule racine assez grêle, n'ont jamais de pression très-forte à supporter.

Si les gencives n'avaient point offert une surface lisse et une tissu ferme, placées comme elles le sont autour du collet des dents, et remplissant leurs intervalles, à chaque instant elles auraient été déchirées; car, dans la mastication des substances dures et de forme irrégulière, elles sont à tout moment exposées à être pressées fortement par les bords et les angles de ces substances. Cet inconvénient survient en effet chaque fois que leur tissu se ramollit, comme on le voit dans les affections scorbutiques.

Pendant tout le temps que dure la mastication, la bouche est close en arrière par le voile du palais, dont la face antérieure est appliquée contre la base de la langue; en avant, les alimens sont retenus par les dents et les lèvres.

Insalivation des alimens.

Lorsqu'on éprouve l'appétit, la vue des alimens détermine un afflux plus considérable de salive dans la bouche; chez quelques personnes il est assez fort pour que la salive soit lancée à plusieurs pieds de distance. J'ai eu sous les yeux, il y a quelques années, un exemple de ce genre. La présence des alimens dans la bouche entretient, excite encore cette abondante sécrétion.

Tandis que les alimens sont broyés et triturés par les organes masticateurs, ils sont imbibés, pénétrés de toutes parts par les fluides qui sont continuellement versés dans la bouche, et particulièrement par la salive; leur division et les nombreux déplacemens qu'ils éprouvent durant la mastication, favorisent singulièrement leur mélange avec les sucs salivaires et muqueux. A leur tour, ces sucs facilitent la mastication en ramollissant les alimens.

La plupart des substances alimentaires soumises à l'action de la bouche se dissolvent ou se suspendent, en tout ou en partie, dans la salive; et dès ce moment elles deviennent propres à être introduites dans l'estomac, et ne tardent pas à être avalées.

A raison de sa viscosité, la salive absorbe de l'air, avec lequel elle est en quelque manière battue dans les divers mouvemens qu'exige la mastication; mais la quantité d'air absorbée dans cette circonstance est peu considérable et a été en général exagérée.

De quelle utilité est la trituration des alimens et leur mélange avec la salive? Est-ce une simple division ou un mélange qui les rendra plus propres aux altérations qu'ils doivent subir dans l'estomac, ou bien éprouvent-ils dans la bouche un premier degré de dissolution? On ne sait rien de positif à cet égard, mais ces deux suppositions n'ont rien d'invraisemblable.

Remarquons que la mastication et l'insalivation changent la saveur et l'odeur des alimens ; qu'une mastication suffisamment prolongée rend, en général, la digestion plus prompte et plus facile; qu'au contraire, les personnes qui ne mâchent point leurs alimens ont souvent, par cette seule cause, des digestions lentes et pénibles.

Nous sommes avertis que la mastication et l'insalivation sont poussées assez loin, par le degré de résistance que présentent les alimens et la saveur qu'ils excitent; d'ailleurs les parois de la bouche étant douées du tact, et la langue d'un véritable toucher, peuvent très-bien apprécier les changemens physiques qui surviennent aux alimens.

Quelques auteurs attribuent cet usage à la luette (1); je doute que leur opinion soit fondée, car la luette, par sa situation, n'a aucun rapport avec les alimens pendant la mastication. J'ai observé plusieurs fois des personnes qui avaient perdu entièrement la luette, soit par un ulcère vénérien, soit par une excision, et je n'ai jamais remarqué que leur mastication éprouvât le moindre dérangement, ni qu'elles avalassent hors de propos.

De la déglutition des alimens.

On entend par *déglutition* le passage d'une substance solide, liquide ou gazeuse, de la bouche dans l'estomac. La déglutition des alimens solides est la seule qui doive nous occuper en ce moment.

Fort simple en apparence, la déglutition est cependant la plus compliquée de toutes les actions musculaires qui servent à la digestion. Elle est produite par la contraction d'un grand nombre de muscles, et exige le concours de plusieurs organes importans.

Tous les muscles de la langue, ceux du voile du palais, du pharynx, du larynx, et la couche musculaire de l'œsophage, prennent part à la déglutition. Il faut en avoir une connaissance exacte et détaillée, si l'on veut se faire une juste idée de cet acte. La nature de cet ouvrage ne nous permet pas d'exposer des détails anatomiques de ce genre; nous nous contenterons de présenter quelques observations sur le voile du palais, le pharynx et l'œsophage.

Le *voile du palais* est une sorte de soupape attachée au bord postérieur de la voûte palatine; sa forme est à peu près quadrilatère; son bord, libre ou inférieur, se prolonge en pointe, et forme la *luette*. Semblable aux autres valvules du canal intestinal, le voile du palais est essentiellement formé par une duplicature de la membrane muqueuse digestive; il entre dans sa composition beaucoup de follicules muqueux, surtout à la luette. Huit muscles le meuvent : les deux *ptérygoïdiens internes* l'élèvent; les deux *ptérygoïdiens externes* le tendent transversalement; les deux *pharyngo-staphylins* et les deux *glosso-staphylins* le portent en bas. Ces quatre derniers s'aperçoivent au fond de la gorge, où ils soulèvent la membrane muqueuse, et forment les *piliers* du voile du palais, entre lesquels sont situées les *tonsilles* ou *amygdales*, amas de follicules muqueux. L'ouverture comprise entre la base de la langue en bas, le voile du palais en haut, et les piliers latéralement, s'appelle *isthme du gosier*.

Au moyen de cet appareil musculaire, le voile du palais peut éprouver plusieurs changemens de position. Dans l'état le plus ordinaire, il est placé verticalement, l'une de ses faces est antérieure et l'autre postérieure; dans certains cas, il devient horizontal : il a alors une face supérieure et une inférieure, et son bord libre correspond à la concavité du pharynx. Cette dernière position est déterminée par la contraction des muscles élévateurs.

---

(1) C'est, disent-ils, une *sentinelle vigilante*, qui juge de l'instant où le bol alimentaire peut être avalé sans inconvénient; elle tient *en éveil* les organes de la déglutition et l'estomac, qui, selon l'impression qu'il en a reçue, *se dispose* à les bien recevoir ou à les rejeter.

Bichat dit que l'élévation du voile peut aller au point qu'il s'applique contre l'ouverture des narines postérieures : ce mouvement me paraît impossible ; aucun muscle n'est disposé de manière à pouvoir le produire, et la situation des piliers s'y oppose évidemment. L'abaissement du voile se fait par la contraction des muscles qui forment les piliers. Nous avons déjà énoncé que ces mouvemens n'étaient pas, chez le plus grand nombre des individus, soumis à la volonté.

Le *pharynx* est une cavité dans laquelle viennent s'ouvrir les fosses nasales, les trompes d'Eustache, la bouche, le larynx et l'œsophage, et qui remplit des fonctions importantes dans la production de la voix, dans la respiration, l'audition et la digestion.

Le pharynx s'étend, de haut en bas, depuis l'apophyse basilaire à l'occipital, à laquelle il s'attache, jusqu'au niveau de la partie moyenne du cou. Ses dimensions transversales sont déterminées par l'os hyoïde, le larynx et l'aponévrose *ptérygo-maxillaire*, où il est fixé. La membrane muqueuse qui le revêt intérieurement est remarquable par le développement de ses veines, qui forment un réseau très-apparent. Autour de cette membrane est la couche musculeuse, dont les fibres circulaires forment les trois muscles *constricteurs du pharynx*, et dont les fibres longitudinales sont représentées par les muscles *stylo-pharyngiens* et *pharyngo-staphylins*. Les contractions que présentent ces différens muscles ne sont pas, en général, soumises à la volonté.

L'œsophage fait suite immédiate au pharynx, et se prolonge jusqu'à l'estomac, où il se termine. Sa forme est cylindrique ; il est uni aux parties environnantes par du tissu cellulaire lâche et extensible, qui se prête à sa dilatation et à ses mouvemens. Pour pénétrer dans l'abdomen, l'œsophage passe entre les piliers du diaphragme, avec lesquels il est intimement uni.

La membrane muqueuse de l'œsophage est blanche, mince et lisse ; elle forme des plis longitudinaux, propres à favoriser la dilatation du canal. En haut, elle se confond avec celle du pharynx. M. le docteur Rullier a, il y a quelques années, rappelé à l'attention des anatomistes qu'en bas elle forme plusieurs dentelures, terminées par un bord frangé, libre dans la cavité de l'estomac (1).

On rencontre dans son épaisseur un assez grand nombre de follicules muqueux, et l'on aperçoit à sa surface l'orifice de plusieurs canaux excréteurs de glandes muqueuses.

La couche musculeuse de l'œsophage est assez épaisse, son tissu est plus dense que celui du pharynx ; les fibres longitudinales sont les plus externes et les moins nombreuses ; les circulaires sont placées à l'intérieur, et sont très-multipliées.

Autour de la portion pectorale et inférieure de l'œsophage, les deux nerfs de la huitième paire forment un plexus qui embrasse le canal et y envoie beaucoup de filets.

La contraction de l'œsophage se fait sans la participation de la volonté ; elle est susceptible d'acquérir une grande énergie.

Mécanisme de la déglutition.

Pour en faciliter l'étude, divisons la déglutition en trois temps. Dans le *premier*, les alimens passent de la bouche dans le pharynx ; dans le *second*, ils franchissent l'ouverture de la glotte, celle des fosses nasales, et arrivent jusqu'à l'œsophage ; dans le *troisième*, ils parcourent ce conduit et pénètrent dans l'estomac (2).

---

(1) Il y a entre la muqueuse de l'œsophage et celle de l'estomac, chez l'homme, une différence aussi frappante que celle qui existe pour cette même membrane, a moitié entre lsplénique et la moitié pylorique de l'estomac du cheval.

(2) *Voyez*, pour la division de la déglutition par temps, ma *Thèse* soutenue à l'École de Médecine de Paris, 1808.

Supposons le cas le plus ordinaire, celui où nous avalons en plusieurs fois les alimens qui sont dans la bouche, et à mesure que la mastication s'effectue.

Aussitôt qu'il y a une certaine quantité d'alimens suffisamment mâchés, ils sont, par l'effet même des mouvemens de mastication, placés en partie sur la face supérieure de la langue, sans qu'il soit nécessaire, comme quelques-uns le croient, que la pointe de cet organe parcoure les différens recoins de la bouche pour les rassembler. Alors la mastication s'arrête; la langue est élevée et appliquée à la voûte du palais, successivement de la pointe vers la base. La portion d'alimens placée sur sa face supérieure, ou le *bol alimentaire*, n'ayant pas d'autre voie pour échapper à la force qui le presse, est dirigé vers le pharynx; il rencontre bientôt le voile du palais appliqué sur la base de la langue, et en détermine l'ascension; le voile devient horizontal, de manière à faire suite au palais. La langue, continuant de presser les alimens, les porterait vers les fosses nasales, si le voile ne s'y opposait par la tension qu'il reçoit des muscles péristaphylins externes, et surtout par la contraction de ses piliers : il devient ainsi capable de résister à l'action de la langue, et de contribuer à diriger les alimens vers le pharynx.

Les muscles qui déterminent plus particulièrement l'application de la langue à la voûte palatine et au voile du palais, sont les muscles propres de l'organe, aidés par les mylo-hyoïdiens.

Ici se termine le premier temps de la déglutition. Les mouvemens y sont volontaires, à l'exception de ceux du voile du palais. Les phénomènes y arrivent successivement et avec peu de promptitude; ils sont en petit nombre et faciles à saisir.

Il n'en est pas de même du second temps : là, les phénomènes sont simultanés, multipliés, et se produisent avec une promptitude telle que Boërrhaave les considérait comme une sorte de convulsion.

L'espace que le bol alimentaire franchit dans ce second temps est très-court, car il doit seulement passer de la partie moyenne du pharynx à sa partie inférieure; mais il devait éviter l'ouverture de la glotte et celle des fosses nasales, où sa présence serait nuisible. En outre, son passage devait être assez prompt pour que la libre communication entre le larynx et l'air extérieur ne fût que momentanément interrompue.

Voyons comment la nature est parvenue à ce résultat important.

Le bol alimentaire n'a pas plus tôt touché le pharynx, que tout entre en mouvement. D'abord le pharynx se contracte, embrasse et serre le bol; le voile du palais, tiré en bas par ses piliers, agit de même. D'un autre côté, et toujours dans le même instant, la base de la langue, l'os hyoïde, le larynx, sont élevés et portés en avant, et vont à la rencontre du bol, afin de rendre plus rapide son passage sur l'ouverture de la glotte. En même temps que l'os hyoïde et le larynx s'élèvent, ils se rapprochent l'un de l'autre, c'est-à-dire que le bord supérieur du cartilage thyroïde s'engage derrière le corps de l'os hyoïde; la glande épiglottique est poussée en arrière; l'épiglotte s'abaisse, s'incline en arrière et en bas, de manière à couvrir l'entrée du larynx. Le cartilage cricoïde fait un mouvement de rotation sur les cornes inférieures du thyroïde, d'où il résulte que l'entrée du larynx devient oblique de haut en bas, et d'avant en arrière. Le bol glisse à sa surface, et, toujours pressé par la contraction du pharynx et du voile du palais, il parvient à l'œsophage.

Il n'y a pas encore long-temps que l'on considérait la position que prend dans ce cas l'épiglotte comme le seul obstacle qui s'opposât à l'entrée des alimens dans le larynx au moment de la déglutition; mais j'ai fait voir, par une série d'expériences, que cette cause ne devait être considérée que comme accessoire. On peut en effet enlever en totalité l'épiglotte à un animal, et la déglutition n'en souffre aucun dommage.

Quelle est donc la raison pour laquelle aucune parcelle d'aliment ne s'introduit dans le larynx au moment où l'on avale? La voici : dans l'instant où le larynx s'élève et s'engage derrière l'os hyoïde, la glotte se ferme avec la plus grande exacti-

tude (1). Ce mouvement est produit par les mêmes muscles qui resserrent la glotte dans la production de la voix; en sorte que si l'on coupe à un animal les nerfs laryngés et récurrens, en lui laissant l'épiglotte intacte, on rend sa déglutition très-difficile, parce qu'on a éloigné la cause principale qui s'oppose à l'introduction des alimens dans la glotte.

Immédiatement après que le bol alimentaire a franchi la glotte, le larynx descend, l'épiglotte se relève, et la glotte s'ouvre pour donner passage à l'air (2).

D'après ce qui vient d'être dit, il est facile de concevoir pourquoi les alimens avalés arrivent à l'œsophage sans pénétrer dans aucune des ouvertures qui aboutissent au pharynx. Le voile du palais, qu'embrasse en se contractant le pharynx, protége les narines postérieures et les orifices des trompes d'Eustache; l'épiglotte, et surtout le mouvement par lequel la glotte se ferme, garantit le larynx.

Ainsi s'accomplit le deuxième temps de la déglutition, par l'effet duquel le bol alimentaire parcourt le pharynx et s'engage dans la partie supérieure de l'œsophage. Tous les phénomènes qui y coopèrent se passent simultanément et avec une grande promptitude : ils ne sont pas soumis à la volonté; ils diffèrent donc, sous plusieurs rapports, des phénomènes qui appartiennent au premier temps.

Le troisième temps de la déglutition est celui qui a été étudié avec le moins de soin, probablement à cause de la situation de l'œsophage, qui n'est facile à observer que dans sa portion cervicale.

Les phénomènes qui s'y rapportent n'ont rien de compliqué. En se contractant, le pharynx pousse le bol alimentaire dans l'œsophage avec assez de force pour dilater convenablement la partie supérieure de cet organe; bientôt ses fibres circulaires supérieures, excitées par la présence du bol, se contractent, et poussent l'aliment vers l'estomac, en déterminant la distension de celles qui sont plus inférieures. Celles-ci se contractent à leur tour, et la même chose se répète jusqu'à ce que le bol parvienne à l'estomac.

Dans les deux tiers supérieurs de l'œsophage, le relâchement des fibres circulaires suit immédiatement la contraction par laquelle elles ont déplacé le bol alimentaire. Il n'en est pas de même pour le tiers inférieur; celui-ci reste quelques instans contracté après l'introduction de l'aliment dans l'estomac.

On s'abuserait si l'on croyait rapide la marche du bol alimentaire dans l'œsophage; j'ai été frappé, dans mes expériences, de la lenteur de sa progression. Quelquefois il met deux ou trois minutes avant d'arriver dans l'estomac; d'autres fois il s'arrête à diverses reprises, et fait un séjour assez long à chaque station. Je l'ai vu, dans d'autres circonstances, remonter à l'extrémité inférieure de l'œsophage vers le col, pour redescendre ensuite. Lorsqu'un obstacle s'oppose à son entrée dans l'estomac, ce mouvement se répète un grand nombre de fois avant que l'aliment soit rejeté par la bouche. N'est-il pas arrivé à tout le monde de sentir distinctement les alimens s'arrêter dans l'œsophage, et d'être obligé de boire pour les faire descendre dans l'estomac?

Quand le bol alimentaire est très-volumineux, sa progression est encore plus lente et plus difficile. Elle est accompagnée d'une douleur vive, produite par la distension des filets nerveux qui entourent la portion pectorale du canal. Quelquefois le bol s'arrête et peut donner lieu à des accidens graves.

---

(1) *Voyez* mon *Mémoire sur l'Épiglotte*, lu à l'Institut; Paris, 1814.

(2) J'ai deux observations d'individus qui manquaient entièrement d'épiglotte, et chez qui la déglutition se faisait sans aucune difficulté. Si dans les phthisies laryngées ou autres maladies, avec destruction de l'épiglotte, la déglutition est laborieuse et imparfaite, c'est que les cartilages aryténoïdes sont cariés, et les bords de la glotte ulcérés, au point de ne plus pouvoir fermer exactement la glotte au moment où les substances avalées franchissent cette ouverture.

Feu le professeur Hallé a observé sur une femme atteinte d'une maladie qui permettait de voir l'intérieur de l'estomac, que l'arrivée d'une portion d'aliment dans ce viscère était immédiatement suivie de la formation d'une sorte de bourrelet à l'orifice cardiaque. Ce bourrelet était produit par le déplacement de la membrane muqueuse de l'œsophage, que poussait devant elle la contraction des fibres circulaires de ce conduit.

Toute l'étendue de la surface muqueuse que le bol alimentaire doit parcourir dans les trois temps de la déglutition, est lubrifiée par une mucosité abondante. Chemin faisant le bol presse plus ou moins les follicules qu'il rencontre sur sa route; il en exprime le fluide qu'ils contiennent, et glisse d'autant plus facilement sur la membrane muqueuse. Remarquons qu'aux endroits où le bol doit passer rapidement et être pressé avec plus de force, les organes sécréteurs de la mucosité sont beaucoup plus abondans. Par exemple, dans l'étroit espace où le second temps de la déglutition a lieu, on trouve les tonsilles, les papilles fongueuses de la langue, les follicules du voile du palais et de la luette, ceux de l'épiglotte, et les glandes aryténoïdes. Dans ce cas, la salive et la mucosité remplissent des usages analogues à ceux de la synovie.

Le mécanisme par lequel nous avalons les autres bouchées d'alimens ne diffère point de celui que nous venons d'exposer.

Rien de plus aisé que d'exécuter la déglutition, et cependant presque tous les actes qui la composent sont hors de l'influence de la volonté et du domaine de l'instinct. Il nous est impossible de faire à vide un mouvement de déglutition. Si la substance contenue dans la bouche n'est pas suffisamment mâchée, si elle n'a point la forme, la consistance et les dimensions du bol alimentaire, et si l'on n'a point fait les mouvemens de mastication qui précèdent immédiatement la déglutition, quelque effort que nous fassions, il nous sera souvent impossible de l'avaler. Combien ne rencontre-t-on pas de personnes qui ne peuvent avaler une pilule ou un bol médicamenteux, et qui sont obligées de recourir à divers moyens pour parvenir à les introduire jusque dans l'œsophage, et suppléer ainsi artificiellement aux deux premiers temps de la déglutition, devenus impossibles?

Pour prendre une idée de la part que peut avoir la volonté dans la déglutition, on peut faire sur soi-même l'expérience suivante : Cherchez à exécuter de suite cinq ou six mouvemens de déglutition, dans lesquels vous avalerez la salive contenue dans la bouche : le premier et même le second se feront facilement; le troisième sera plus difficile, car il ne restera que très-peu de salive à avaler; le quatrième ne pourra être exécuté qu'au bout d'un certain temps, quand il sera arrivé de nouvelle salive dans la bouche; enfin le cinquième et le sixième seront impossibles parce qu'il n'y aura point de salive à avaler. On peut se rappeler d'ailleurs combien la déglutition est difficile toutes les fois que la bouche et le pharynx sont peu ou point humectés.

De l'abdomen.

Les actions digestives qui nous restent à examiner se passent dans la cavité de l'abdomen, dont la disposition mérite d'être étudiée avec attention.

L'abdomen est la plus spacieuse des cavités du corps, et elle peut, plus qu'aucune autre, augmenter ses dimensions. Elle loge un grand nombre d'organes destinés à des fonctions importantes, telles que la génération, la digestion, la sécrétion de l'urine, etc. Ses parois sont en grande partie musculaires, et ont une action très-marquée sur les organes qu'elle contient.

La forme de la cavité abdominale est irrégulièrement ovoïde. A cause de ses dimensions considérables, et afin de donner de la précision au langage, on la partage en plusieurs régions, qui ont reçu chacune un nom particulier.

Pour comprendre cette division purement artificielle, il faut supposer deux plans horizontaux, dont l'un couperait l'abdomen au niveau de la crête des os des îles,

et l'autre à la hauteur du rebord des fausses côtes. La partie de l'abdomen placée au-dessous du premier plan se nomme *région hypogastrique*, celle qui se trouve au-dessus du second est appelée *région épigastrique*, et celle qui est comprise entre les deux plans se nomme la *région ombilicale*.

Supposons maintenant deux autres plans qui, au lieu d'être horizontaux, comme les premiers, seraient verticaux, et qui, partant des deux côtés de la tête, viendraient tomber vers les épines antérieures et inférieures des os des îles en partageant l'abdomen d'avant en arrière : il est clair que chacune des trois régions abdominales dont nous venons de parler se trouverait partagée en trois compartimens de dimensions à peu près égales, dont un serait moyen, et les deux autres latéraux. On est convenu de désigner ces subdivisions par les noms suivans. On nomme *épigastre* la partie moyenne de la région épigastrique, et *hypochondres* ses parties latérales; on appelle *ombilic* la partie moyenne de la région ombilicale, et *flancs* les divisions latérales; enfin, on donne le nom d'*hypogastre* à la division moyenne de la région hypogastrique, tandis qu'on appelle ses côtés *régions iliaques*.

Au moyen de ces divisions artificielles, on peut fixer avec exactitude la position et les rapports respectifs des organes contenus dans l'abdomen; et ce résultat, utile en physiologie, l'est bien davantage en médecine.

En haut, l'abdomen est séparé de la poitrine par le *diaphragme*, muscle disposé en forme de voûte, et dont la contraction a une influence très-grande sur la position et même sur l'action des organes contenus dans l'abdomen. La circonférence du diaphragme est attachée au rebord des fausses côtes et à la colonne vertébrale. Dans l'état de relâchement, son centre s'élève jusqu'au niveau des sixième et septième vraies côtes : il en résulte que, dans l'instant où ce muscle se contracte avec énergie, il peut opérer une diminution très-considérable de la cavité abdominale, comprimer tous les organes qu'elle contient, et distendre les parties molles qui en forment ailleurs les parois.

La partie inférieure de l'abdomen est formée par le bassin, dont les os immobiles supportent le poids d'une partie des viscères, servent d'insertion aux muscles, et ne se prêtent que dans des circonstances extrêmement rares à des variations de capacité de l'abdomen. Il faut remarquer que l'espace compris entre le coccyx, les tubérosités de l'ischion et l'arcade du pubis, n'est rempli que par des parties molles, et particulièrement par les muscles *ischio-coccygiens; releveur de l'anus*, et *sphincter externe*.

En avant et latéralement, les parois abdominales sont formées par les muscles *abdominaux*. Ces muscles, que nous avons déjà vus concourir puissamment aux diverses attitudes et aux mouvemens du tronc, ont aussi une action efficace dans la digestion.

Parmi ces muscles, ceux qui sont larges et situés sur les côtés, sont destinés à resserrer l'abdomen et à comprimer les viscères qui y sont renfermés.

Les muscles longs, situés antérieurement, sont le plus souvent les antagonistes des premiers. Ils résistent à leur action, et peuvent, dans certains cas, augmenter les dimensions de l'abdomen et diminuer la pression que supportent les viscères.

Depuis l'appendice sternal jusqu'au pubis, il existe un cordon fibreux, formé par l'entrecroisement des aponévroses des muscles abdominaux : c'est la *ligne blanche* des anatomistes; ses usages seront exposés ailleurs.

Le plus souvent, les muscles qui entrent dans la composition des parois abdominales sont dirigés par la volonté; mais il y a aussi des circonstances où ils entrent instinctivement en contraction, et alors ils ont une énergie supérieure à celle qu'ils développent dans les cas ordinaires.

Action de l'estomac sur les alimens.

Jusqu'ici nous n'avons vu que des actions physiques de la part des organes digestifs

sur les alimens; maintenant ce sont des altérations chimiques qui s'offriront presque toujours à notre examen.

Dans l'estomac, les alimens sont transformés en une matière propre aux animaux, qui est le *chyme;* mais, avant de traiter des phénomènes que présente sa formation, disons quelques mots de l'estomac lui-même.

De l'estomac.

L'estomac est intermédiaire à l'œsophage et au duodénum; il occupe, dans l'abdomen, l'épigastre et une partie de l'hypochondre gauche; sa forme, quoique variable, est en général celle d'un conoïde recourbé sur lui-même. La moitié gauche de l'estomac a toujours des dimensions beaucoup plus grandes que la moitié droite; et comme la part que prennent ces deux moitiés dans la formation du chyme est différente, je crois utile de nommer l'une la *partie splénique,* parce qu'elle est appuyée sur la rate, et l'autre *partie pylorique,* parce qu'elle correspond au pylore. Ces deux parties sont le plus souvent séparées l'une de l'autre par un rétrécissement particulier.

L'estomac étant destiné à laisser accumuler les alimens dans sa cavité, il est évident que ses dimensions, sa situation dans l'abdomen, et ses rapports avec les organes voisins, doivent éprouver de grandes variations.

Cet organe a deux orifices : l'un correspond à l'œsophage; c'est l'*orifice cardiaque* ou *œsophagien;* l'autre communique avec l'intestin grêle; il se nomme *orifice intestinal,* ou *pylore.*

Les trois membranes ou tuniques qui composent l'estomac présentent les dispositions les plus favorables aux variations de volume de l'organe. La plus extérieure, ou la *péritonéale,* est formée de deux lames peu adhérentes au viscère, qui se prolongent sans s'unir le long de ses bords, où elles forment les *épiploons,* dont l'étendue est par conséquent en raison inverse du volume de l'estomac.

La membrane muqueuse de l'estomac est d'un rouge blanchâtre et marbré; elle présente un grand nombre de plis irréguliers, situés particulièrement le long des bords inférieurs et supérieurs de l'organe; on en voit aussi à son extrémité splénique : ils sont d'autant plus nombreux et marqués, que l'estomac est plus resserré sur lui-même.

Aucune partie de la membrane muqueuse digestive ne présente des villosités aussi abondantes et aussi fines que celles de l'estomac. Elle est habituellement recouverte, surtout dans la partie splénique, d'une mucosité adhérente à sa surface. On rencontre beaucoup de follicules dans son épaisseur; mais il est important de remarquer qu'ils sont très-abondans dans la portion pylorique; on en voit un certain nombre au voisinage de l'orifice cardiaque; ils sont très-rares dans le reste de la membrane.

Au pylore, la membrane muqueuse forme un repli circulaire, nommé *valvule pylorique.* Entre ses deux lames, on trouve un tissu assez dense, fibreux, désigné par quelques auteurs par le nom de *muscle pylorique.*

Quant à la couche musculaire de l'estomac, elle est très-mince. Ses fibres circulaires et longitudinales sont écartées les unes des autres, surtout dans la partie splénique. Cet écartement augmente ou diminue avec le volume de l'estomac.

Il est peu d'organes qui reçoivent autant de sang que l'estomac; quatre artères, dont trois considérables, y sont presque exclusivement destinées. Ses nerfs ne sont pas moins nombreux; ils se composent des deux huitièmes paires, et d'un grand nombre de filets provenant du plexus *soléaire* du grand sympathique.

Accumulation des alimens dans l'estomac.

Avant d'exposer les changemens que les alimens éprouvent dans l'estomac, il est nécessaire de connaître les phénomènes de leur accumulation dans ce viscère, ainsi que les effets locaux et généraux qui en résultent.

Les premières bouchées d'alimens avalées se logent facilement dans l'estomac. Cet organe est peu comprimé par les viscères environnans; ses parois s'écartent aisément, et cèdent à la force qui pousse le bol alimentaire; mais, à mesure que de nouvelles portions d'alimens arrivent, sa distension devient plus difficile, car elle doit être accompagnée du refoulement des viscères abdominaux et de l'extension des parois abdominales. C'est surtout vers l'extrémité droite et la partie moyenne que se fait l'accumulation : la moitié pylorique s'y prête plus difficilement.

En même temps que l'estomac se laisse distendre, sa forme, ses rapports, sa position même, subissent des modifications. Au lieu d'être aplati sur ses faces, de n'occuper que l'épigastre et une partie de l'hypochondre gauche, il prend une forme arrondie ; son grand cul-de-sac s'enfonce dans cet hypochondre, et le remplit presque en totalité ; la grande courbure descend vers l'ombilic, surtout du côté gauche ; le pylore seul, fixé par un repli du péritoine, conserve sa position et ses rapports avec les parties environnantes.

A cause de la résistance qu'offre en arrière la colonne vertébrale, la face postérieure de l'estomac ne peut se dilater de ce côté : il en résulte que ce viscère, en totalité, est porté en avant; et comme le pylore et l'œsophage ne peuvent être déplacés dans ce sens, il fait un mouvement de rotation par lequel sa grande courbure est dirigée un peu en avant ; sa face postérieure s'incline en bas, et la supérieure en haut.

Tout en éprouvant ces changemens de rapports et de position, il conserve cependant la forme conoïde recourbée qui lui est propre. Cet effet dépend de la manière dont les trois tuniques contribuent à sa dilatation. Les deux lames de la séreuse s'écartent et font place à l'estomac. La musculeuse éprouve une véritable distension; ses fibres s'alongent, mais de manière à conserver la forme particulière à l'organe. Enfin, la membrane muqueuse cède, surtout dans les points où les rides sont multipliées. On se rappelle que celles-ci se rencontrent particulièrement le long de la grande courbure, ainsi qu'à l'extrémité splénique.

La seule dilatation de l'estomac produit dans l'abdomen des changemens importans. Le volume total de cette cavité augmente; le ventre devient saillant; les viscères abdominaux sont comprimés avec plus de force ; souvent le besoin de rendre l'urine ou les matières fécales se fait sentir. Le diaphragme est refoulé vers la poitrine, il s'abaisse avec quelque difficulté ; de là plus de gêne dans les mouvemens de la respiration et dans les phénomènes qui en dépendent, comme la parole, le chant, etc.

Dans certains cas, la dilatation de l'estomac peut être portée au point que les parois abdominales soient douloureusement distendues et que la respiration devienne réellement difficile.

Pour produire de pareils effets, il faut que la contraction de l'œsophage, qui pousse les alimens dans l'estomac, soit très-énergique. Nous avons fait remarquer plus haut l'épaisseur considérable de la couche musculeuse de ce canal, et la grande quantité de nerfs qui s'y rendent ; il ne faut rien moins que cette disposition pour rendre raison de la force avec laquelle les alimens distendent l'estomac. Pour plus de certitude, introduisez un doigt dans l'œsophage d'un animal vivant par son orifice cardiaque, vous serez frappé de la vigueur de sa contraction.

Mais si les alimens poussés par l'œsophage exercent une influence aussi marquée sur les parois de l'estomac et de l'abdomen, ils doivent éprouver eux-mêmes une réaction proportionnée, et tendre à s'échapper par les deux ouvertures de l'estomac.

Pourquoi cet effet n'a-t-il pas lieu? On dit généralement que le cardia et le pylore se ferment, mais je ne vois nulle part que ce phénomène ait été soumis à des recherches spéciales.

Voici ce que mes expériences m'ont appris à cet égard.

C'est le mouvement alternatif de l'œsophage qui s'oppose au retour des alimens dans sa cavité. Plus l'estomac est distendu, plus la contraction de l'œsophage devient intense et prolongée, et le relâchement de courte durée. La contraction coïncide ordinairement avec le moment de l'inspiration, où l'estomac est plus fortement comprimé. Le relâchement arrive le plus souvent dans l'instant de l'expiration.

On aura une idée de ce mécanisme en mettant à nu l'estomac d'un chien, et en cherchant à faire pénétrer les alimens dans l'œsophage, en comprimant l'estomac avec les deux mains. Il sera à peu près impossible d'y réussir, quelque force qu'on emploie, si l'on agit dans l'instant de la contraction de l'œsophage; mais le passage s'effectuera en quelque sorte de lui-même, si l'on comprime le viscère dans l'instant du relâchement. On peut encore faire l'expérience en distendant l'estomac avec de l'air : le fluide comprimé par les parois du viscère fait effort continu pour passer dans l'œsophage, il s'y engage et dilate ce conduit par intervalle; mais il est aussitôt repoussé dans l'estomac par la contraction du canal. Si l'animal est vigoureux, à peine l'air a-t-il commencé à pénétrer l'œsophage, qu'il est refoulé; mais si l'animal est faible, quelquefois l'air remonte jusque vers le cou avant que l'œsophage se contracte et le repousse dans l'estomac.

La résistance qu'oppose le pylore à la sortie des alimens est d'une autre espèce. Dans les animaux vivans, que l'estomac soit vide ou plein, cette ouverture est habituellement fermée par le resserrement de son anneau fibreux et la contraction de ses fibres circulaires, et si exactement fermée, que, si l'air est poussé par l'œsophage, il faut que l'estomac soit distendu et que l'effort soit considérable pour parvenir à surmonter la résistance du pylore. Il n'en est pas de même si l'air est introduit par l'intestin grêle en le dirigeant vers l'estomac. Dans ce cas, le pylore n'offre aucune résistance, et laisse passer l'air sous la plus légère pression.

Indépendamment de ses deux orifices, on voit fréquemment à l'estomac un resserrement médian (1), qui paraît destiné à empêcher les alimens d'arriver jusqu'au pylore; on y aperçoit des contractions irrégulières et péristaltiques, qui commencent au duodénum et se prolongent dans la portion pylorique de l'estomac, dont l'effet est de repousser les alimens non chymifiés vers la partie splénique.

D'ailleurs, quand le pylore ne serait pas naturellement fermé, les alimens auraient peu de tendance à s'y introduire; car ils ne cherchent à s'échapper que pour passer dans un lieu où la pression serait moindre; et elle serait tout aussi grande dans l'intestin grêle que dans l'estomac, puisqu'elle est à peu près également répartie dans toute la cavité abdominale.

Au nombre des phénomènes produits par la présence des alimens dans l'estomac, il en est plusieurs dont l'existence, quoique généralement admise, ne paraît pas suffisamment démontrée : telle est la diminution de volume de la rate et celle des vaisseaux sanguins du foie, des épiploons, etc. ; tel est encore un mouvement de l'estomac nommé par les auteurs *péristole*, qui *présiderait à la réception des alimens, les répartirait également, en exerçant sur eux une pression douce, de manière que sa dilatation, loin d'être passive, serait un phénomène essentiellement actif.* J'ai souvent ouvert des animaux dont l'estomac venait d'être rempli d'alimens; j'ai examiné des cadavres de suppliciés, peu de temps après la mort : je n'ai jamais rien vu qui fût en faveur de ces assertions.

---

(1) Cette disposition est très-évidente dans les animaux carnassiers et dans les herbivores à un seul estomac.

L'accumulation des alimens dans l'estomac s'accompagne de plusieurs sensations dont il faut tenir compte : c'est, d'abord, le sentiment agréable ou le plaisir d'un besoin satisfait. La faim s'apaise par degrés, la faiblesse générale qui l'accompagnait est remplacée par un état dispos et un sentiment de force nouvelle. Si l'introduction des alimens continue, on éprouve un sentiment de plénitude et de satiété qui indique que l'estomac est suffisamment rempli ; et si, malgré cet avertissement instinctif, on persiste à faire usage d'alimens, le dégoût et les nausées ne tardent pas à survenir, et bientôt elles sont suivies elles-mêmes de vomissement.

Ce n'est pas seulement au volume des alimens qu'il faut rapporter ces diverses impressions : toutes choses égales d'ailleurs, un aliment nutritif amène plus promptement le sentiment de satiété. Une substance peu nourrissante calme difficilement la faim, même lorsqu'elle a été prise en quantité considérable.

La membrane muqueuse de l'estomac est donc douée d'une sensibilité assez développée, puisque nous pouvons acquérir quelques notions sur la nature des substances mises en contact avec elle. Cette propriété se manifeste d'une manière bien évidente, si l'on a avalé une substance vénéneuse irritante: on ressent alors des douleurs intolérables. On sait aussi que l'estomac est sensible à la température des alimens.

A la rougeur de la membrane muqueuse, à la quantité du fluide qu'elle sécrète, au volume des vaisseaux qui s'y portent, on ne peut guère douter que la présence des alimens dans l'estomac n'y détermine une excitation très-grande, mais utile pour le travail de la chymification. Cette excitation de l'estomac influe sur l'état général des fonctions, comme nous le dirons plus bas.

Le séjour des alimens dans l'estomac est assez long, ordinairement il est de plusieurs heures ; c'est pendant ce séjour qu'ils sont transformés en *chyme*.

Étudions les phénomènes de cette transformation, sur laquelle on n'a que des données fort incomplètes.

Altération des alimens dans l'estomac.

Il se passe ordinairement plus d'une heure avant que les alimens subissent aucune autre altération apparente dans l'estomac que celle qui résulte de leur mélange avec les fluides perspiratoires et muqueux qui s'y trouvent et s'y renouvellent continuellement.

Pendant ce temps, l'estomac reste uniformément distendu ; mais ensuite la portion pylorique se resserre dans toute son étendue, surtout dans le point le plus voisin de la portion splénique, où se trouvent repoussés les alimens. Dès lors on ne rencontre plus dans la portion pylorique que du chyme, mêlé à une très-petite quantité d'alimens non altérés.

Mais qu'entend-on par *chyme ?* Les auteurs les plus recommandables s'accordent pour le regarder comme une substance homogène, pultacée, grisâtre, d'une saveur douceâtre, fade, légèrement acide, et qui conserve quelques propriétés des alimens. Cette description laisse beaucoup à désirer.

En effet, dans quel cas a-t-on vu le chyme avec ces caractères ? quels étaient les alimens dont on avait fait usage ? On n'en fait aucune mention, et cependant il était très-important de le déterminer.

J'ai cru que de nouvelles expériences sur ce point pourraient être utiles : je ne puis consigner ici tous les détails de celles que j'ai faites ; j'en rapporterai les résultats les plus importans.

A. Il y a autant d'espèces de chyme qu'il y a d'espèces d'alimens, si l'on en juge par la couleur, la consistance, l'aspect, etc., comme on peut aisément s'en assurer en faisant manger à des chiens différentes substances alimentaires simples, et en les tuant pendant le travail de la digestion. J'ai plusieurs fois constaté le même résultat chez l'homme, sur des cadavres de suppliciés ou d'individus morts d'accidens.

B. En général, les substances animales sont plus aisément et plus complètement altérées que les substances végétales. Il arrive fréquemment que ces dernières traversent tout le canal intestinal en conservant leurs propriétés apparentes. J'ai plusieurs fois vu dans le rectum et dans l'intestin grêle, les légumes qu'on ajoute au potage, les épinards, l'oseille, etc., ayant conservé la plupart de leurs propriétés; leur couleur seule paraissait sensiblement altérée par le contact de la bile.

C'est particulièrement dans la portion pylorique que se forme le chyme. Il paraît que les alimens s'y introduisent peu à peu, et que, pendant le séjour qu'ils y font, ils subissent la transformation. Il m'a semblé cependant voir plusieurs fois de la matière chymeuse à la surface de la masse d'alimens qui remplit la moitié splénique; mais le plus souvent les alimens conservent leurs propriétés dans cette partie de l'estomac.

Il serait difficile de dire pourquoi la portion pylorique est plus apte à la formation du chyme que le reste de l'estomac; peut-être le grand nombre de follicules qu'on y observe apporte-t-il quelques modifications dans la quantité ou dans la nature du fluide qui y est sécrété.

La transformation des substances alimentaires en chyme se fait, en général, de la superficie vers le centre. Il se forme, à la surface des portions d'alimens avalées, une couche molle, facile à détacher. Il semble que les substances soient attaquées, corrodées par un réactif capable de les dissoudre. Un morceau de blanc d'œuf durci, par exemple, se comporte à peu près comme s'il était plongé dans du vinaigre faible ou dans une dissolution de potasse. Si la substance alimentaire est enveloppée d'une couche peu ou point digestible, on voit la dissolution s'opérer dans la cavité tandis que l'enveloppe reste intacte.

C. Quelle que soit la substance alimentaire dont on ait fait usage, le chyme a toujours une odeur et une saveur aigres, et rougit fortement le papier de tournesol.

D. On n'observe qu'une très-petite quantité de gaz dans l'estomac pendant la formation du chyme; quelquefois même il n'en existe pas. Ils y forment ordinairement une bulle peu volumineuse, à la partie supérieure de la portion splénique. Une seule fois, sur un cadavre de supplicié, et peu de temps après la mort, j'en ai recueilli, avec les précautions convenables, une quantité assez grande pour être analysée. M. Chevreul l'a trouvé composée de :

Oxigène	11,00
Acide carbonique	14,00
Hydrogène pur	3,55
Azote	71,45
Total	100,00

Il est rare que l'on rencontre des gaz dans l'estomac du chien.

On ne peut donc croire, avec feu le professeur Chaussier, qu'à chaque mouvement de déglutition nous avalons une bulle d'air, poussée dans l'estomac par le bol alimentaire. S'il en était ainsi, on devrait trouver dans cet organe une quantité considérable de gaz après le repas : or on vient de voir le contraire.

E. Jamais une grande quantité de chyme ne s'accumule dans la portion pylorique; le plus que j'en ai vu équivalait à peine, en volume, à deux ou trois onces d'eau. La contraction de l'estomac semble influer sur la production du chyme : voici ce que j'ai observé à cet égard. Après avoir été quelque temps immobile, l'extrémité du duodénum se contracte, le pylore et la portion pylorique en font autant; ce mouvement repousse le chyme vers la portion splénique; mais ensuite il se fait en sens inverse, c'est-à-dire qu'après s'être distendue et avoir permis au chyme de rentrer de nouveau dans sa cavité, la portion pylorique se contracte de gauche à droite, et dirige vers le duodénum le chyme, qui franchit aussitôt le pylore et pénètre dans l'intestin.

Le même phénomène se répète un certain nombre de fois, puis il s'arrête pour se montrer de nouveau au bout d'un certain temps. Quand l'estomac contient beaucoup d'alimens, ce mouvement est borné à la partie de l'organe la plus voisine du pylore; mais, à mesure qu'il se vide, le mouvement s'étend davantage, et se manifeste même dans la portion splénique quand l'estomac est presque entièrement vide. En général, il devient plus prononcé sur la fin de la chymification. Quelques personnes en ont distinctement la conscience à cet instant.

On a fait jouer au pylore un rôle très-important dans le passage du chyme de l'estomac à l'intestin. Il *juge*, dit-on, du degré de chymification des alimens; il *s'ouvre* pour ceux qui ont les qualités requises, se *ferme* devant ceux qui ne les présentent pas. Cependant, comme on observe journellement que des substances non digérées et même non digestibles, telles que des noyaux de cerises, du verre pilé ou seulement concassé, le traversent facilement, on ajoute que, *s'accoutumant* à une substance non chymifiée qui se présente à plusieurs reprises, il *finit* par lui livrer passage. Ces considérations, en quelque sorte consacrées par la signification du mot *pylore* (*portier*), peuvent plaire à l'esprit, mais sont purement hypothétiques (1).

F. Toutes les substances alimentaires ne sont pas transformées en chyme avec la même promptitude.

En général, les substances grasses, les tendons, les cartilages, l'albumine concrète, les végétaux mucilagineux et sucrés, résistent davantage à l'action de l'estomac, que les alimens caséeux, fibrineux, glutineux. Quelques substances paraissent même réfractaires : telles sont les os, l'épiderme des fruits, leurs noyaux, les graines entières, etc. Cependant il y a des faits bien constatés qui prouvent que l'estomac de l'homme, à l'instar de celui des chiens, peut dissoudre des os.

G. Dans la détermination de la digestibilité des alimens, il faut avoir égard au volume des portions qui ont été avalées. J'ai souvent observé que les morceaux les plus gros, quelle qu'en fût d'ailleurs la nature, restaient les derniers dans l'estomac : au contraire, une substance même non digestible, pourvu qu'elle soit très-divisée, comme des pepins de raisins, des grains de plomb, ne s'arrête pas dans l'estomac, et passe promptement, avec le chyme, dans l'intestin.

Sous le rapport de la facilité et de la promptitude de la formation du chyme, on observe presque autant de différences qu'il y a d'individus.

M. Astley Cooper a fait diverses expériences sur la digestibilité de plusieurs substances; il donna à des chiens une quantité déterminée de porc, de mouton, de veau, de bœuf, en tenant compte de la figure des morceaux avalés, et de l'ordre d'introduction dans l'estomac; en ouvrant les animaux au bout d'un certain temps, et réunissant avec soin ce qui restait dans leur estomac, il s'assura que le porc était la substance la plus vite digérée, ensuite vint le mouton, puis le veau, enfin le bœuf, qui lui sembla être la substance la moins digestible. Dans quelques cas, le porc et le mouton étaient entièrement disparus, que le bœuf était encore intact. Il trouva, par d'autres expériences, que le poisson et le fromage sont aussi des substances très-

---

(1) Le pylore jouit si peu des fonctions imaginaires dont les physiologistes l'ont revêtu, que certains animaux n'ont jamais l'ouverture intestinale de l'estomac fermée. Le cheval est dans ce cas ; son *pylore* est toujours largement ouvert : aussi les alimens séjournent peu dans ce viscère, et n'y sont que faiblement altérés. Le véritable pylore du cheval est à l'ouverture cardiaque de l'estomac; son usage paraît être de s'opposer à ce que les alimens et les boissons remontent dans l'œsophage. Si l'on ne fait point attention à la libre communication de l'estomac avec les intestins, on ne pourrait pas comprendre comment l'estomac du cheval, qui, dans sa plus grande extension, contient à peine douze litres d'eau, peut cependant recevoir, dans un temps très-court, des masses volumineuses de fourrage et de liquide, une botte de foin et vingt-quatre litres d'eau, par exemple. Le phénomène de la digestion, dans le cheval, paraît se faire en même temps dans tout le canal intestinal, et même dans le gros intestin. Ce phénomène mériterait une attention particulière et des recherches spéciales.

digestibles. — La pomme de terre l'est à un degré moindre; la peau qui recouvre ce légume passait dans le duodénum sans éprouver d'altération; il tenta aussi quelques essais avec la même substance, préparée de différentes manières, et il vit que le veau bouilli est des deux tiers plus digestible que la même substance rôtie. Diverses autres substances furent aussi soumises aux mêmes expériences, et il trouva que la chair musculaire était plus tôt digérée que la peau; que la peau l'était un peu plus que les cartilages; ceux-ci plus que les tendons, ceux-ci enfin plus que les os. Quant à ces derniers, il trouva que l'omoplate était un des plus digestibles; cent parties de cet os furent digérées en six heures, tandis que trente parties du fémur le furent dans le même espace de temps. (*Voyez* Scudamore, *on Gout, Rheumatisme and Gravelle,* etc. London, 1817, pag. 509, deuxième édition.)

D'après ce qui vient d'être dit, il est évident que, pour fixer le temps nécessaire à la chymification de tous les alimens contenus dans l'estomac, on doit tenir compte de leur quantité, de leur nature chimique, de la manière dont la mastication s'est exercée sur eux, et de la disposition individuelle. Cependant, quatre ou cinq heures après un repas ordinaire, il est rare que la transformation de la totalité des alimens en chyme ne soit pas effectuée.

La science ne possède point encore de théorie satisfaisante des changemens chimiques que les alimens éprouvent dans l'estomac. Ce n'est pas qu'à différentes époques on n'ait tenté d'en donner des explications plus ou moins plausibles. D'anciens philosophes disaient que les alimens se *putréfiaient* dans l'estomac; Hippocrate attribuait la digestion à la *coction;* Galien donnait à l'estomac les facultés *attractrice, rétentrice, concoctrice* et *expultrice;* et par leur secours il pensait expliquer la digestion. La doctrine de Galien a régné dans les écoles jusqu'au milieu du dix-septième siècle, ou elle a été attaquée et renversée par les chimistes fermentateurs, qui établirent dans l'estomac une *effervescence*, une *fermentation* particulière, au moyen de laquelle les alimens étaient *macérés, dissous, précipités*, etc. Ce système n'eut pas une longue vogue; il fut remplacé par des idées beaucoup moins raisonnables. On établit que la digestion n'était qu'une *trituration*, un écrasement, opéré par la contraction de l'estomac; on supposa une multitude innombrable de petits vers qui attaquaient et divisaient les alimens. Boërrhaave crut rencontrer la vérité en alliant les diverses opinions qui avaient régné avant lui. Haller s'écarta des idées de son maître; il regarda la digestion comme une simple *macération.* Il savait que les matières végétales et animales qui sont plongées dans l'eau ne tardent pas à se couvrir d'une couche molle et homogène; il crut que les alimens éprouvaient des phénomènes analogues en macérant dans la salive et le fluide sécrété de l'estomac.

Si l'on applique à ces divers systèmes la logique sévère, qui seule désormais doit régner en physiologie, on ne peut y voir qu'un effet du besoin qu'a l'homme de satisfaire son imagination, et de se faire illusion sur les choses qu'il ignore Etait-on en effet beaucoup plus avancé pour avoir dit que la digestion était une coction, une fermentation, une macération, etc.? Non, puisqu'on n'attachait aucun sens précis à ces mots.

Ce n'est point en suivant cette méthode que procédèrent Réaumur et Spallanzani. Ils firent des expériences sur les animaux, et démontrèrent la fausseté des anciens systèmes; ils firent voir que des alimens, renfermés dans des boules creuses, métalliques, et percées de petits trous, étaient digérés comme s'ils étaient libres dans la cavité de l'estomac. Ils constatèrent que l'estomac contient un fluide particulier, qu'ils nommèrent *suc gastrique*, et que ce fluide était l'agent principal de la digestion; mais ils en exagérèrent beaucoup les propriétés, et ils s'abusèrent quand ils crurent avoir expliqué la digestion en la considérant comme une *dissolution;* car, n'expliquant point cette dissolution, ils n'expliquaient point davantage l'altération des alimens dans l'estomac.

Au lieu de nous arrêter à l'exposition et à la réfutation faciles de ces différentes hypothèses, ce qui d'ailleurs se trouve dans tous les ouvrages, nous ferons sur le phénomène de la formation du chyme les réflexions suivantes :

Il faut avoir égard, dans la formation du chyme, 1° aux circonstances dans lesquelles se trouvent les alimens contenus dans l'estomac, 2° à la nature chimique des substances alimentaires.

Les circonstances au milieu desquelles se trouvent les alimens pendant toute la durée de leur séjour dans l'estomac, et qui doivent être remarquées, sont peu nombreuses. 1° Ils éprouvent une pression plus ou moins forte, soit de la part des parois abdominales, soit de celle des parois de l'estomac; 2° ils sont mus en totalité par les mouvemens de la respiration; 3° ils sont exposés à une température de trente à trente-deux degrés de Réaumur; 4° ils sont exposés à l'action de la salive, des mucosités provenant de la bouche et de l'œsophage, ainsi qu'à celle du fluide sécrété par la membrane muqueuse de l'estomac.

On se rappelle que ce dernier fluide est légèrement visqueux, qu'il contient beaucoup d'eau, du mucus, des sels à base de soude et d'ammoniaque, et de l'acide lactique, qui, d'après M. Berzélius, a la plus grande analogie de propriétés avec l'acide acétique. D'après M. Prout de Londres et M. Gmelin, ce suc contiendrait aussi, mais en petite quantité, l'acide hydrochlorique.

Quant à la nature des alimens, nous avons déjà vu combien elle est variable, puisque tous les principes immédiats, animaux ou végétaux, peuvent, sous des formes et des proportions différentes, être portés dans l'estomac, et servir utilement à la formation du chyme.

Maintenant pouvons-nous, en tenant compte de la nature des alimens et des circonstances où ils sont placés dans l'estomac, arriver à nous rendre raison des phénomènes connus de la formation du chyme?

La température de trente à trente-deux degrés, la pression et le ballottement, et les déplacemens que supportent les alimens, ne peuvent point être considérés comme causes principales de leur transformation en chyme, mais nul doute qu'elles n'y coopèrent: restent l'action de la salive et celle du fluide sécrété dans l'estomac; d'après la composition connue de la salive, il n'est guère probable qu'elle change beaucoup la nature des alimens; elle les mouille, les imbibe, de manière à écarter leurs molécules, en dissout peut-être une très-petite partie (1), mais c'est à l'action du fluide formé par la membrane interne de l'estomac qu'il faut s'arrêter. Ce fluide, agissant chimiquement sur les substances alimentaires, les altère et les chimifie de la surface vers le centre.

Pour en donner une preuve palpable, on a tenté, avec le fluide dont nous parlons, ce qu'on appelle en physiologie, depuis Réaumur et Spallanzani, des *digestions artificielles;* c'est-à-dire qu'après avoir mâché des alimens on les mêle à du suc gastrique, puis on les expose dans un tube ou tout autre vase, à une température égale à celle de l'estomac. Spallanzani a avancé que ces digestions réussissaient, et que les alimens s'y transformaient en chyme; mais, d'après les dernières recherches de Montègre, il paraît positif qu'il n'en est rien, et qu'au contraire les substances employées n'éprouvent aucune altération analogue à la chymification (2); ce qui est conforme à quelques expériences faites par Réaumur.

Mais de ce que le suc gastrique ne dissout pas les alimens avec lesquels il est renfermé dans un tube, il n'en faut pas conclure, avec quelques personnes, que le même fluide ne peut point dissoudre les alimens quand ils sont introduits dans l'estomac: les circonstances sont loin en effet d'être les mêmes; dans l'estomac, la température

(1) M. Krimer a tenu dans sa bouche un morceau de jambon, pesant un gros, pendant trois heures. Après ce temps ce morceau était blanc à sa surface, et avait augmenté de douze grains. Le même physiologiste croit que les larmes contribuent à la digestion, et coulent dans l'arrière-bouche jusque dans l'estomac. (*Versuch einer Physiologie des Blutes*, Leipsick, 1823.)

(2) Ce défaut d'altération se fait surtout remarquer quand les alimens n'ont pas été suffisamment soumis à la mastication, et ne sont pas imprégnés de salive.

est égale, les alimens sont pressés et secoués, la salive et le suc gastrique se renouvellent continuellement; à mesure que le chyme est formé, il est emporté et poussé dans le duodénum. Rien de tout cela n'a lieu dans le tube ou dans le vase qui contient les alimens mêlés au suc gastrique; par conséquent le non-succès des digestions artificielles ne prouve ni pour ni contre l'explication de la formation du chyme par l'action dissolvante du suc gastrique.

Mais comment se fait-il qu'un même fluide puisse agir d'une manière analogue sur le grand nombre des substances alimentaires, végétales ou animales? L'état de la chimie organique ne permet pas de répondre à cette question; cependant, de tous les agens dissolvant des matières animales, l'acide acétique est celui qui paraîtrait remplir le plus complètement cette condition; pour vous en convaincre, faites l'expérience suivante: prenez une portion de chacun des tissus du corps, et soumettez-les ensemble ou séparément à l'action de l'acide acétique, ils se dissolveront tous. Or ce qui se passe dans une fiole avec l'acide acétique doit encore plus facilement s'effectuer dans l'estomac au moyen de l'acide lactique, dont la ressemblance avec l'acétique est telle que les chimistes hésitent encore à affirmer qu'ils forment deux corps distincts. En outre, la dissolution des alimens dans l'estomac est encore favorisée par l'action de l'eau et par les propriétés dissolvantes des hydrochlorates de soude et d'ammoniaque.

Faisons ici une remarque importante; nous comprenons facilement qu'au moyen d'un réactif acide ou alcalin, des substances animales ou végétales se dissolvent dans un vase de verre sans que les parois de ce vase soient attaquées par l'agent dissolvant, mais comment les membranes de l'estomac résistent-elles à l'action du suc gastrique? Les physiologistes à explications vagues ne sont guère embarrassés de répondre; ils n'hésiteront pas à dire : Si les parois du ventricule ne sont point atteintes par l'actif dissolvant des alimens, c'est qu'elles *sont vivantes* et que *la vie repousse* toute action chimique. Il y a dix ans une pareille explication pouvait satisfaire, mais aujourd'hui personne n'y verra autre chose qu'un jeu de mots. Chacun sait qu'un agent chimique appliqué sur nos organes y produit son effet, qu'ils soient morts ou vivans, et le plus souvent même l'existence de la vie en favorise l'action.

Ce ne peut donc être là une explication de la non-activité du suc gastrique envers la muqueuse de l'estomac; je la trouverais plutôt, mais je ne prétends pas l'affirmer, dans la sécrétion du mucus sans cesse renouvelée durant la chymification, et qui s'interpose continuellement entre le dissolvant gastrique et les parois de l'estomac: ce qui semble le prouver, c'est qu'aussitôt la sécrétion arrêtée par la mort, ou tout au moins de beaucoup diminuée, le suc gastrique tourne son activité dissolvante contre l'estomac, ramollit d'abord la membrane muqueuse, et finit bientôt par dissoudre la musculeuse et la péritonéale de manière à produire des perforations que l'ignorance des médecins a long-temps prises pour des maladies auxquelles ils attribuaient la mort. J'ai vu plusieurs fois des dissolutions de ce genre dans des estomacs de suppliciés. Ayant une fois perforé et dissous l'estomac, le suc gastrique porte souvent son action sur les organes circonvoisins, ramollit et dissout la rate, le diaphragme, une partie du foie, etc. (1).

L'un des effets de cette action chimique est de colorer le sang des artères et des veines, ou même celui qui serait épanché dans l'estomac, en noir plus ou moins foncé.

En général, l'action par laquelle le chyme se forme empêche la réaction des élémens constitutifs des alimens les uns sur les autres : mais cet effet n'a lieu que dans les *bonnes* digestions; il paraît que dans les *mauvaises,* la fermentation, ou même la putréfaction, peut avoir lieu : on peut le soupçonner à la grande quantité de gaz inodores qui se développent dans certains cas, et à l'hydrogène sulfuré qui se dé-

---

(1) *Voyez* sur ces phénomènes curieux un très-beau travail de mon ami le docteur Carswell, dans le tome VII du *Journal hebdomadaire de Médecine*, année 1829.

gage dans d'autres. Quelquefois ces gaz produisent un effet singulier durant le sommeil; ils remontent dans l'œsophage, le distendent, compriment le cœur par sa face postérieure, et nuisent assez à la circulation pour produire une anxiété très-fatigante. Je connais une personne qui se débarrasse de ces gaz en mettant un doigt dans le pharynx, ouvre ce canal, et permet ainsi aux gaz contenus dans l'œsophage de sortir avec une sorte d'explosion qui le soulage immédiatement.

Depuis long-temps on regarde les nerfs de la huitième paire comme destinés à présider à l'acte de la chymification : en effet, si on lie ou si l'on coupe ces nerfs au cou, les matières introduites dans l'estomac n'y subissent en général qu'une altération bien inférieure à celle qu'ils éprouveraient si les nerfs étaient intacts. Cet effet se remarque plus volontiers chez les animaux herbivores et a été observé avec beaucoup de soin par M. Dupuy, professeur à l'école vétérinaire d'Alfort. La difficulté ou la diminution de la digestion stomacale dans ce cas paraît tenir à la diminution ou à la cessation de la sécrétion du suc gastrique. Mais on a conclu d'une manière générale que la section de la huitième paire abolissait le pouvoir chymifiant de l'estomac.

Cette conséquence me paraît trop étendue; car la section de la huitième paire apporte un tel trouble dans la respiration, une telle gêne dans la circulation pulmonaire, qu'il pourrait bien se faire que le dérangement de la digestion ne fût que l'effet du trouble de ces deux fonctions vitales. (Voyez : *De l'Influence de la huitième paire sur la respiration.*)

Pour lever cette difficulté, j'ai fait la section de ces nerfs, non pas au cou comme dans les expériences précédentes, mais dans le thorax, immédiatement au-dessus du diaphragme. Pour y réussir, je coupe une des côtes sternales, je lie l'artère intercostale, et, introduisant mon doigt dans la poitrine, je soulève l'œsophage et les nerfs qui marchent à sa surface; il m'est facile alors de les couper sans crainte d'en laisser échapper.

Quelque temps après la section je force l'animal à manger des alimens dont la chymification m'est connue, des corps gras par exemple, et je m'assure, après avoir laissé écouler le temps convenable, que les substances sont chymifiées, et qu'elles fournissent ultérieurement un chyle abondant.

D'ailleurs, dans les oiseaux, la section des nerfs de la huitième paire n'influe pas d'une manière très-apparente sur la chymification. Comme il ne paraît pas que ces animaux aient un véritable chyle, on ne peut rien dire de l'influence nerveuse sur la production de ce fluide.

Quelques personnes ont prétendu que l'électricité pourrait bien avoir part à la production du chyme, et que les nerfs de l'estomac pourraient en être les conducteurs. M. Wilson Philipp est celui qui a soutenu cette opinion avec le plus de persévérance, en s'appuyant d'expériences nombreuses. Il coupe les nerfs pneumo-gastriques à deux animaux après les avoir fait manger. Il abandonne l'un à lui-même, et soumet l'autre à un courant galvanique qui parcourt l'œsophage et l'estomac. Chez le premier la digestion est abolie, chez le deuxième elle se fait comme si les nerfs n'étaient pas coupés. Tels sont du moins les résultats qui se sont offerts à M. Wilson Philipp; mais on doit observer que ces résultats ne sont pas constans, et qu'ils ont souvent manqué à M. Wilson lui-même, ce qui certes n'arriverait pas si la digestion était un simple phénomène physique. Ensuite la section simple des nerfs, même au cou, n'interrompt pas toujours la chymification. Des expériences qui viennent d'être faites récemment à Paris par MM. Breschet, H. Edwards et Vavasseur ont porté les auteurs à croire qu'elles ne faisaient que l'affaiblir.

L'influence de la huitième paire sur la chymification n'est donc pas encore bien connue, et la propriété galvanique de ce nerf plus que douteuse.

Un usage plus probable des nerfs de la huitième paire est d'établir des relations intimes entre l'estomac et le cerveau, d'avertir s'il s'est glissé quelques substances nuisibles dans les alimens, et s'ils sont de nature à être digérés.

Chez une personne robuste, le travail de la formation du chyme se fait à son insu; seulement elle s'aperçoit que le sentiment de plénitude et la gêne de la respiration, produits par la distension de l'estomac, disparaissent par degrés : mais il est très-fréquent, surtout parmi les gens du monde d'une complexion délicate, que la digestion s'accompagne d'affaiblissement dans l'action des sens, d'un froid général avec de légers frissons; l'intelligence elle-même diminue d'activité et semble s'engourdir; il y a disposition au sommeil : on dit alors que les forces vitales se concentrent sur l'organe qui agit, et qu'elles abandonnent momentanément les autres. A ces effets généraux s'ajoutent la production de gaz qui s'échappent par la bouche, un sentiment de poids, de chaleur, de tournoiement, et d'autres fois de brûlure, suivi d'une sensation analogue le long de l'œsophage, etc. Ces effets se font particulièrement sentir vers la fin de la chymification. Ils paraissent l'effet d'une véritable fermentation qui s'établit alors dans l'estomac. Des phénomènes analogues se développent quand on laisse dans une étuve à trente-deux degrés des matières alimentaires. Il ne paraît pas cependant que ces *digestions laborieuses* soient beaucoup moins profitables que d'autres.

Action de l'intestin grêle.

L'intestin grêle est la portion la plus longue du canal digestif; il établit une communication entre l'estomac et le gros intestin. Peu susceptible de distension, il est contourné un grand nombre de fois sur lui-même, ayant une longueur beaucoup plus considérable que le trajet qu'il doit parcourir. Il est fixé à la colonne vertébrale par un repli du péritoine, qui se prête à ses mouvemens, tout en y donnant des limites : ses fibres longitudinales et circulaires ne sont point écartées comme à l'estomac; sa membrane muqueuse, qui présente beaucoup de villosités et une assez grande quantité de follicules muqueux, forme des replis irrégulièrement circulaires, dont le nombre est d'autant plus grand, qu'on examine l'intestin plus près de l'orifice pylorique. On nomme ces replis *valvules conniventes.*

L'intestin grêle reçoit beaucoup de vaisseaux sanguins; ses nerfs naissent des ganglions du grand sympathique. A sa surface interne, s'ouvrent les orifices très-nombreux des vaisseaux *chylifères.*

On a divisé cet intestin en trois parties, distinguées par les noms de *duodénum,* de *jéjunum* et d'*iléum ;* mais cette division est peu utile en physiologie.

De même que la membrane muqueuse de l'estomac, celle de l'intestin grêle sécrète une mucosité abondante : je ne crois pas qu'elle ait jamais été analysée. Elle m'a paru visqueuse, filante, d'une saveur salée, et rougissant fortement le papier de tournesol; toutes propriétés que nous avons déjà remarquées dans le fluide sécrété par l'estomac. Haller donnait à ce fluide le nom de *suc intestinal;* il estimait à huit livres la quantité qui s'en forme en vingt-quatre heures.

Non loin de l'extrémité stomacale de l'intestin qui nous occupe, on remarque l'orifice commun des canaux biliaire et pancréatique, par lequel coulent dans la cavité de l'intestin les fluides sécrétés par le foie et le pancréas (1).

Si la formation du chyme est encore un mystère, la nature des phènomènes qui se passent dans l'intestin grêle n'est pas mieux connue. Ici nous suivrons encore notre méthode habituelle, c'est-à-dire que nous nous bornerons à décrire ce que l'observation fait connaître.

Nous allons d'abord parler de l'introduction du chyme, et de son trajet dans l'intestin grêle; nous traiterons ensuite des altérations qu'il y éprouve.

---

(1) Voyez *Sécrétion de la bile* et *Sécrétion du fluide pancréatique.*

Accumulation et trajet du chyme dans l'intestin grêle.

J'ai eu plusieurs fois l'occasion de voir, sur des chiens, le chyme passer de l'estomac dans le duodénum. Voici les phénomènes que j'ai observés: A des intervalles plus ou moins éloignés, on voit un mouvement de contraction se développer vers le milieu du duodénum; il se propage assez rapidement du côté du pylore : cet anneau lui-même se resserre, ainsi que la partie pylorique de l'estomac; en vertu de ce mouvement, les matières contenues dans le duodénum sont poussées vers le pylore, où elles sont arrêtées par la valvule, et celles qui se trouvent dans la partie pylorique sont repoussées en partie vers la partie splénique; mais ce mouvement, dirigé de l'intestin vers l'estomac, est bientôt remplacé par un mouvement en sens opposé, c'est-à-dire qui se propage de l'estomac vers le duodénum, et dont le résultat est de faire franchir le pylore à une quantité de chyme plus ou moins considérable.

Le mouvement qui vient d'être décrit se répète ordinairement plusieurs fois de suite, avec des modifications pour la rapidité, l'intensité de la contraction, etc.; puis il cesse pour reparaître au bout de quelque temps. Il est peu marqué dans les premiers momens de la formation du chyme; l'extrémité seule de la partie pylorique y participe. Il augmente à mesure que l'estomac se vide, et, vers la fin de la chymification, j'ai plusieurs fois vu l'estomac tout entier y prendre part. Je me suis assuré qu'il n'est point suspendu par la section des nerfs de la huitième paire; et ce fait est d'une haute importance relativement à l'action nerveuse. Il montre que les fonctions de ces nerfs ne peuvent être comparées, comme on le fait généralement, à celles des nerfs moteurs ordinaires. La paralysie suit immédiatement la section de ceux-ci; rien de semblable n'a lieu pour l'estomac, les contractions de cet organe ne perdent rien de leur activité, du moins dans les premiers momens.

Ainsi, l'entrée du chyme dans l'intestin grêle n'est point continue. A mesure qu'elle se répète, le chyme s'accumule dans la première portion de l'intestin, il en distend un peu les parois et s'enfonce dans les intervalles des valvules; sa présence excite bientôt l'organe à se contracter, et, par ce moyen, une partie s'avance dans l'intestin; l'autre reste attachée à la surface de sa membrane et prend ensuite la même direction. Le même phénomène se continue jusqu'au gros intestin; mais comme le duodénum reçoit de nouvelles portions de chyme, il arrive un moment où l'intestin grêle, dans toute sa longueur, est rempli de cette matière. On observe seulement qu'elle est beaucoup moins abondante dans le voisinage du cœcum qu'à l'extrémité pylorique.

Le mouvement qui détermine la progression du chyme à travers l'intestin grêle a la plus grande analogie avec celui du pylore : il est irrégulier, revient à des époques variables, se fait tantôt dans un sens et tantôt dans un autre, se manifeste quelquefois dans plusieurs parties à la fois. Il est toujours plus ou moins lent; il détermine des changemens de rapport entre les circonvolutions intestinales. Il est entièrement hors de l'influence de la volonté.

On s'en formerait une fausse idée si l'on se bornait à examiner l'intestin grêle sur un animal récemment mort; il a alors une activité qu'il est loin d'offrir pendant la vie. Cependant, dans les *mauvaises digestions*, il paraît acquérir une vitesse et une énergie qu'il n'a pas ordinairement.

Quelle que soit la manière dont ce mouvement s'exécute, le chyme paraît marcher très-lentement dans l'intestin grêle : les valvules nombreuses qui s'y remarquent et qui ont, dans l'état de santé, un relief et une épaisseur qu'elles sont loin de conserver après la mort par maladie, la multitude d'aspérités qui hérissent la membrane muqueuse, les courbures multipliées du canal, sont autant de circonstances qui contribuent à ralentir sa progression, mais qui favorisent son mélange avec les fluides contenus dans l'intestin, et la production du chyle, qui en est le résultat.

Changemens qu'éprouve le chyme dans l'intestin grêle.

Ce n'est guère qu'à la hauteur de l'orifice du canal cholédoque et pancréatique que le chyme commence à changer de propriétés. Jusque-là il avait conservé sa couleur, sa consistance demi-fluide, son odeur aigre, sa saveur légèrement acide; mais, en se mêlant à la bile et au suc pancréatique, il prend de nouvelles qualités : sa couleur devient jaunâtre, sa saveur amère, et son odeur aigre diminue beaucoup. S'il provient de matières animales ou végétales, qui contenaient de la graisse ou de l'huile, on voit se former çà et là, à sa surface, des filamens irréguliers, quelquefois aplatis, d'autres fois arrondis, qui s'attachent promptement à la surface des valvules, et paraissent être du *chyle brut.* On n'aperçoit point cette matière quand le chyme provient d'alimens qui ne contenaient point de graisse; c'est une couche grisâtre, plus ou moins épaisse, qui adhère à la membrane muqueuse, et qui paraît contenir les élémens du chyle.

Les mêmes phénomènes s'observent dans les deux tiers supérieurs de l'intestin grêle; mais, dans le tiers inférieur, la matière chymeuse devient plus consistante, sa couleur jaune prend une teinte plus foncée; elle finit même quelquefois par devenir d'un brun verdâtre, qui perce à travers les parois intestinales, et donne à l'iléon un aspect distinct de celui du duodénum et du jéjunum. Quand on l'examine près du cœcum, on n'y voit plus ou très-peu de stries blanchâtres chyleuses; elle semble, dans cet endroit, n'être que le résidu de la matière qui a servi à la formation du chyle.

D'après ce qui a été dit plus haut sur les variétés que présente le chyme, on doit pressentir que les changemens qu'il subit dans l'intestin grêle sont variables suivant ses propriétés : en effet, les phénomènes de la digestion dans l'intestin grêle varient avec la nature des alimens (1).

Cependant le chyme y conserve sa propriété acide; et s'il contient des parcelles d'alimens ou d'autres corps qui ont résisté à l'action de l'estomac, ceux-ci traversent l'intestin grêle sans y éprouver d'altération. Les mêmes phénomènes se manifestent quand on a fait usage des mêmes substances. J'ai pu m'assurer de ce fait sur les cadavres de deux suppliciés, qui, deux heures avant la mort, avaient fait un repas commun où ils avaient mangé des mêmes alimens à peu près en quantité égale : les matières contenues dans l'estomac, le chyme dans la portion pylorique et dans l'intestin grêle m'ont paru entièrement identiques pour la consistance, la couleur, la saveur, l'odeur, etc.

Le docteur Prout s'est occupé de la composition du chyme; ses expériences ont été faites sur diverses espèces d'animaux. Il a comparé avec soin la digestion de deux chiens, dont l'un avait mangé uniquement des matières végétales, et le second des matières animales. Le résultat de ses analyses comparatives se voit dans le tableau qui suit :

NOURRITURE VÉGÉTALE.	NOURRITURE ANIMALE.
1°. *Chyme extrait du duodénum.*	2°. *Chyme extrait du duodénum.*
Semi-fluide, opaque, composé d'une partie blanche-jaunâtre, mêlée à une seconde partie de même couleur, mais de consistance plus considérable. Caogulant le lait complètement. Il est composé de :	Plus épais et plus visqueux que celui de matière végétale; sa couleur se rapproche davantage du rouge. Il ne coagule pas le lait.

(1) Nous avons fait sur ce point beaucoup d'expériences; mais il aurait été peu utile d'en consigner les détails dans un ouvrage élémentaire.

A. Eau	86, 5	80, 2
B. Chyme, etc.	6, 0	15, 0
C. Matière albumineuse		1, 3
D. Principe biliaire	1, 6	1, 7
E. Gluten végétal?	5, 0	
F. Sels	0, 7	0, 7
G. Résidu insoluble	0, 2	0, 3
	100, 0	100,0

Un aliment qui n'aurait pas été soumis à l'action de l'estomac et qui se trouverait sous l'influence de l'intestin grêle, serait-il digéré? J'ai tenté quelques essais sur cette question intéressante, particulièrement sous le point de vue médical. Et d'abord remarquons que les personnes dont l'estomac est complètement désorganisé vivent assez long-temps pour qu'on puisse supposer que la cessation de l'action de l'estomac n'interrompt pas tout-à-fait le travail digestif.

J'ai placé un morceau de viande crue dans le duodénum d'un chien bien portant : au bout d'une heure ce morceau de viande était arrivé dans le rectum; son poids était peu diminué, et il n'était altéré qu'à sa surface, qui était décolorée. Dans une autre expérience, j'ai fixé le morceau de muscle avec un fil de manière à ce qu'il ne sortît point de l'intestin grêle; trois heures après l'animal a été ouvert : le morceau de viande avait perdu environ la moitié de son poids, la fibrine avait particulièrement été attaquée; ce qui avait résisté, presque entièrement cellulaire, était d'une fétidité extrême. Quoi qu'il en soit, la propriété dissolvante existe donc dans le liquide sécrété par l'intestin grêle.

Selon MM. Tiedemann et Gmelin le suc intestinal dont nous parlons sert à dissoudre certains résidus d'alimens qui passent de l'estomac dans l'intestin grêle; ce même suc est absorbé en partie avec les substances alimentaires dissoutes, et leur communique des qualités qui les rapprochent du sang. Sa portion muqueuse, plus consistante, forme les excrémens en se réunissant avec la résine, le principe gras, le mucus et le principe colorant de la bile.

Il est rare que l'on ne rencontre pas de gaz dans l'intestin grêle pendant la formation du chyle. M. Jurine, de Genève, est le premier qui les ait examinés avec attention, et qui ait indiqué leur nature; mais, à l'époque où ce savant médecin a écrit, les procédés eudiométriques étaient loin de la perfection qu'ils ont acquise en ce moment. J'ai donc cru nécessaire de faire de nouvelles recherches sur ce point intéressant; M. Chevreul a encore bien voulu s'associer à moi pour exécuter ce travail. Nos expériences ont été faites sur des corps de suppliciés, ouverts peu de temps après la mort, et qui, jeunes et vigoureux, présentaient les conditions les plus favorables à de semblables recherches.

Sur un sujet de vingt-quatre ans, qui avait mangé, deux heures avant son supplice, du pain et du fromage de gruyère, et bu de l'eau rougie, nous avons trouvé dans l'intestin grêle :

Oxigène	0,00
Acide carbonique	24,39
Hydrogène pur	55,53
Azote	20,08
Total	100,00

Sur un second sujet, âgé de vingt-trois ans, qui avait mangé des mêmes alimens à la même heure, et dont le supplice avait eu lieu en même temps, nous avons rencontré :

Oxigène	0,00
Acide carbonique	40,00
Hydrogène pur	51,15
Azote	8,85
Total	100,00

Dans une troisième expérience faite sur un jeune homme de vingt-huit ans, qui, quatre heures avant d'être exécuté, avait mangé du pain, du bœuf, des lentilles, et bu du vin rouge, nous avons trouvé dans le même intestin:

Oxigène	0,00
Acide carbonique	25,00
Hydrogène pur	8,40
Azote	66,60
Total	100,00

Nous n'avons jamais observé d'autres gaz dans l'intestin grêle.

Ces gaz pourraient avoir diverses origines. Il serait possible qu'ils vinssent de l'estomac avec le chyme, il serait possible qu'ils fussent sécrétés par la membrane muqueuse intestinale, enfin ils pourraient naître de la réaction réciproque des matières contenues dans l'intestin : cette dernière source est sans doute la plus probable; car, d'après des expériences de M. Chevillot (*Voy.* mon *Journal de Physiologie*), quand on recueille des matières de l'intestin grêle, et qu'on les laisse fermenter quelque temps dans une étuve à la température du corps, on obtient exactement les mêmes gaz que ceux qui se trouvent dans l'intestin.

D'ailleurs, si l'on voulait que les gaz intestinaux vinssent de l'estomac, il faudrait remarquer que cet organe contient de l'oxigène et très-peu d'hydrogène, tandis que nous avons presque toujours rencontré beaucoup d'hydrogène dans l'intestin grêle, et jamais d'oxigène. Il est en outre d'observation journalière que, pour peu que l'estomac renferme des gaz, ils sont rendus par la bouche, vers la fin de la chymification, probablement parce qu'à cet instant ils peuvent plus aisément s'engager dans l'œsophage.

La probabilité de la formation des gaz par la sécrétion de la membrane muqueuse ne serait tout au plus admissible que pour l'acide carbonique et l'azote, qui semblent être formés de cette manière dans la respiration.

Quant à l'action réciproque des matières renfermées dans l'intestin, je dirai que j'ai vu plusieurs fois la matière chymeuse laisser échapper assez rapidement des bulles de gaz. Ce phénomène avait lieu depuis l'orifice du canal cholédoque jusque vers le commencement de l'iléon; on n'en apercevait aucune trace dans ce dernier intestin, ni dans la partie supérieure du duodénum, ni dans l'estomac. J'ai fait de nouveau cette observation sur le cadavre d'un supplicié quatre heures après sa mort : il ne présentait aucune trace de putréfaction.

Le mode d'altération qu'éprouve le chyme dans l'intestin grêle est inconnu; on voit bien qu'elle résulte de l'action de la bile (1), du suc pancréatique, et du fluide

---

(1) Le célèbre chirurgien anglais M. Brodie a fait des recherches sur l'usage de la bile dans la digestion. Il a lié à cet effet le canal cholédoque sur des chats nouveau-nés, et il a remarqué que cette ligature s'opposait à toute formation du chyle. Le chyme passait dans l'intestin grêle sans y laisser déposer ce que j'ai nommé le chyle brut.

Les vaisseaux lactés ne contenaient point de chyle, mais seulement un fluide transparent, que M. Brodie suppose composé partie de la lymphe et partie de la portion la plus liquide du chyme.

J'ai répété cette expérience, qui est déjà ancienne, sur des animaux adultes; la plupart sont

sécrété par la membrane muqueuse sur le chyme. Mais quel est le jeu des affinités dans cette véritable opération chimique, et pourquoi le chyle vient-il se précipiter à la surface des valvules conniventes, tandis que le surplus reste dans l'intestin pour être ultérieurement expulsé ? Voilà ce que nous ignorons encore malgré les importantes et nombreuses recherches de MM. Tiedemann et Gmelin. (Voyez *Recherches expérimentales sur la Digestion*, etc., traduites de l'allemand par M. Jourdan.)

On est un peu plus instruit sur le temps nécessaire pour que le chyme soit suffisamment altéré. Ce phénomène ne se fait pas très-promptement : sur les animaux, trois ou quatre heures après le repas, il arrive souvent qu'on ne rencontre point encore de chyle formé.

D'après ce qui vient d'être dit, on voit que dans l'intestin grêle le chyme est partagé en deux parties : l'une, qui s'attache aux parois, et qui est le chyle encore impur ; l'autre, véritable résidu, est destinée à être poussée dans le gros intestin, et ensuite rejetée tout-à-fait au dehors.

Ainsi s'accomplit le phénomène le plus important de la digestion, la production du chyle : ceux qui nous restent à examiner n'en sont que le complément.

Action du gros intestin.

Le gros intestin a une étendue considérable ; il forme un long circuit pour parvenir à la fosse iliaque droite, où il commence, jusqu'à l'anus, où il se termine.

On le divise en *cœcum*, en *colon* et en *rectum*. Le cœcum est situé dans la région iliaque droite ; il est abouché avec la fin de l'intestin grêle. Le colon est subdivisé en *portion ascendante*, qui s'étend du cœcum à l'hypochondre droit ; en *portion transversale*, qui se porte horizontalement de l'hypochondre droit au gauche ; et en *portion descendante*, qui se prolonge jusqu'à l'excavation du bassin. Le rectum est très-court ; il commence où finit le colon, et se termine en formant l'anus.

Dans ce trajet, le gros intestin est fixé par des replis du péritoine, disposés de façon à permettre aisément les variations de volume. Sa couche musculeuse a une disposition toute particulière. Les fibres longitudinales forment trois faisceaux étroits, fort éloignés les uns des autres quand l'intestin est dilaté. Ses fibres circulaires forment aussi des faisceaux, beaucoup plus nombreux, mais tout aussi écartés. Il résulte de là que, dans un grand nombre de points, l'intestin n'est formé que par le péritoine et la membrane muqueuse. Ces endroits sont disposés ordinairement en cavités distinctes où s'accumulent les matières fécales. Le rectum seul ne présente pas cette disposition ; la couche musculeuse y est très-épaisse, uniformément répandue, et jouit d'une contraction plus énergique que celle du colon.

La membrane muqueuse du gros intestin n'est point recouverte de villosités comme celle de l'intestin grêle et de l'estomac ; elle est au contraire lisse. Sa couleur est d'un rouge pâle ; on n'y remarque qu'un petit nombre de follicules. A l'endroit de sa jonction avec l'intestin grêle, il existe dans le cœcum une valvule évidemment disposée pour permettre aux matières de pénétrer dans cet intestin, mais pour s'opposer à leur retour dans l'intestin grêle.

Beaucoup moins d'artères et de veines se rendent au gros intestin qu'au grêle : il en est de même pour les nerfs et les vaisseaux lymphatiques.

---

morts des suites de l'ouverture de l'abdomen et de la manœuvre nécessaire pour lier le canal cholédoque. Mais dans deux cas où les animaux ont survécu quelques jours, j'ai pu m'assurer que la digestion avait continué, que du chyle blanc avait été formé, et des matières stercorales produites ; ces dernières n'étaient pas colorées comme à l'ordinaire, et cela n'a rien de surprenant, puisqu'elles ne contenaient point de bile : du reste, les animaux n'offraient aucune teinte jaune.

Accumulation et trajet des matières fécales dans le gros intestin.

C'est la contraction de la portion inférieure de l'iléon qui détermine la matière qu'il contient à pénétrer dans le cœcum. Ce mouvement, fort irrégulier, revient à des intervalles éloignés : il est rare qu'on l'aperçoive sur les animaux vivans ; on le voit plus fréquemment sur les animaux qui viennent d'être tués. Il ne coïncide en aucune manière avec celui que présente le pylore.

A mesure que ce mouvement se répète, la matière qui vient de l'iléum s'accumule dans le cœcum : elle ne peut refluer dans l'intestin grêle, car la valvule iléo-cœcale y met obstacle ; elle n'a d'issue que par l'ouverture qui communique avec le colon. Une fois introduite dans le cœcum, elle prend les noms de *matière fécale* ou *stercorale*, de *fèces*, d'*excrémens*, etc.

Au bout d'un certain temps de séjour dans le cœcum, les matières fécales passent dans le colon, dont elles parcourent successivement les diverses portions, tantôt en y formant une masse continue, et tantôt y formant des masses isolées qui remplissent une ou plusieurs des loges que présente l'intestin dans toute sa longueur.

Cette progression, qui presque toujours est très-lente, se fait sous l'influence de la contraction des fibres musculaires et de la pression que supporte l'intestin, comme organe contenu dans l'abdomen : elle est favorisée par la sécrétion muqueuse et folliculaire de la membrane interne.

Arrivée au rectum, la matière s'y accumule, distend uniformément les parois, et y forme quelquefois une masse de plusieurs livres. Elle ne peut aller au-delà, car l'anus est habituellement fermé par la contraction des deux muscles *sphincters*.

La consistance des fèces dans le gros intestin est très-variable ; cependant, chez un homme en bonne santé, elle est toujours plus considérable que celle de la matière qui sort de l'intestin grêle. Ordinairement sa consistance s'accroît à mesure qu'elle approche du rectum ; mais elle s'y ramollit en absorbant les fluides que sécrète la membrane muqueuse.

Altérations des matières fécales dans le gros intestin.

Avant de pénétrer dans le gros intestin, la matière excrémentitielle n'a aucune odeur fétide propre aux excrémens humains ; elle contracte cette odeur pour peu qu'elle y ait séjourné. Sa couleur brune-jaunâtre prend aussi une teinte plus foncée ; mais, sous le rapport de la consistance, de l'odeur, de la couleur, etc., il y a des variétés nombreuses, qui tiennent à la nature des alimens digérés, à la manière dont se sont faites la chymification et la chylification, et à la disposition habituelle, ou seulement à celle qui existait pendant le travail des digestions précédentes.

On retrouve dans les excrémens toutes les matières qui n'ont point été altérées par l'action de l'estomac : aussi y voit-on souvent des noyaux, des graines, et d'autres substances végétales.

Plusieurs chimistes célèbres se sont occupés de l'analyse des excrémens humains ; M. Berzélius les a trouvés composés de :

Eau.	73,3
Débris de végétaux et d'animaux.	7,0
Bile.	0,9
Albumine.	0,9
Matière extractive particulière.	2,7
Matière formée de bile altérée de résine, de matière animale, etc.	14,0
Sels.	1,2
Total.	100,0

Suite de l'expérience comparative du docteur Prout (1).

NOURRITURE VÉGÉTALE.	NOURRITURE ANIMALE.
Matières prises dans le cœcum.	*Matières prises dans le cœcum.*
D'une couleur brune-jaunâtre, d'une consistance dure et un peu visqueuse. Ne coagule pas le lait.	D'une couleur brune, d'une consistance très-visqueuse. Coagule le lait.
A. Eau, quantité indéterminée.	*A*. Eau, quantité indéterminée.
B. Mélange de principes muqueux et de matières alimentaires altérées, insoluble dans l'acide acétique, et formant la plus grande partie de la substance.	*B*. Mélange de principes muqueux et de matières alimentaires altérées, insoluble dans l'acide acétique, et formant la plus grande partie de la substance.
C. Matière albumineuse, pas de traces.	*C*. Matière albumineuse, des traces.
D. Principes biliaires, altérés pour la quantité, presque comme ci-dessus.	*D*. Principes biliaires, altérés pour la quantité, presque comme ci-dessus.
E. Gluten végétal? pas de traces; contenait un principe soluble dans l'acide acétique, et se précipitant abondamment par l'oxalate d'ammoniaque.	*E*. Gluten végétal? pas de traces; contenait un principe soluble dans l'acide acétique, et se précipitant abondamment par l'oxalate d'ammoniaque.
F. Matières salines, comme ci-dessus.	*F*. Matières salines, comme ci-dessus.
G. Résidu insoluble, en petite quantité.	*G*. Résidu insoluble, en petite quantité.
Matière du colon.	*Matière du colon.*
D'une couleur jaune-brunâtre, de la consistance de la moutarde, contenant beaucoup de bulles d'air, d'une odeur faible, mais particulière, analogue à celle de la pâte fraîche. Ne coagule pas le lait.	Consistant en un fluide brunâtre tremblant, et comme muqueux, où nagent quelques matières blanchâtres analogues à de l'albumine coagulée; odeur faible, peu fétide, comme la bile. Coagule le lait.
A. Eau, quantité indéterminée.	*A*. Eau, quantité indéterminée.
B. Mélange de principes muqueux et de matières alimentaires altérées, cette dernière en excès, insoluble dans l'acide acétique, et formant la principale partie de la substance.	*B*. Mélange de matières alimentaires en excès et de principes muqueux, insoluble dans l'acide acétique, et formant la plus grande partie de ces substances.
C. Matière albumineuse, pas de traces.	*C*. Matière albumineuse, pas de traces.
D. Principes biliaires comme ci-dessus, sous tous les rapports.	*D*. Principes biliaires comme ci-dessus.
E. Gluten végétal? pas. Contient un principe soluble dans l'acide acétique, et se précipite abondamment par l'oxalate d'ammoniaque, comme dans le cœcum.	*E*. Comme dans le cœcum ci-dessus mentionné.
F. Sels, comme précédemment.	*F*. Sels, comme ci-dessus, en outre quelques traces d'un phosphate alkalin.
G. Résidu insoluble, moindre que dans le cœcum.	*G*. Résidu insoluble, matière solide, en très-petite quantité.
Dans le rectum.	*Dans le rectum.*
D'une consistance ferme, et d'une couleur bru-	Fèces dures, d'une couleur brune tirant sur le

(1) *Voyez* page 192.

ne-olive tirant sur le jaune, odeur fétide. Ne coagule pas le lait.

A. Eau, quantité indéterminée.

B. Combinaison ou mélange de substances alimentaires, altérées, en plus grand excès que dans le colon, et d'un peu de mucus, insoluble dans l'acide acétique, et formant la majeure partie des fèces.

C. Matière albumineuse?

D. Principes biliaires, en partie changés en résine.

E. Gluten végétal? pas. Contient un principe semblable à celui du cœcum et du colon.

F. Sels, comme ci-dessus.

G. Résidu insoluble, consistant principalement en fibres végétales et en poils.

chocolat, odeur très-fétide; l'eau dans laquelle on en dissout coagule le lait.

A. Eau, quantité indéterminée.

B. Combinaison ou mélange de matières alimentaires altérées en beaucoup plus grand excès que dans aucune autre analyse, et d'un peu de mucus; insoluble dans l'acide acétique, et formant la plus grande partie des fèces.

C. Matière albumineuse?

D. Principes biliaires, plus considérables que dans les fèces des végétaux, et tout-à-fait changés en matière résineuse.

E. Gluten végétal? pas de traces. Contient un principe semblable à celui du cœcum et du colon.

F. Sels, comme ci-dessus.

G. Résidu insoluble, consistant principalement en poils.

Ces analyses, faites dans le but d'éclairer le mystère de la digestion, ne peuvent nous être en ce moment que d'un faible secours; car, pour qu'elles pussent offrir cet avantage il faudrait les varier beaucoup, tenir compte de la nature et de la quantité des alimens dont on a précédemment fait usage, avoir égard à la disposition individuelle, n'agir d'abord que sur des excrémens provenant de substances alimentaires très-simples; mais un travail de ce genre qui conduirait à une théorie véritable de la digestion suppose une perfection de moyens d'analyse à laquelle la chimie organique n'est peut-être point encore parvenue (1).

Il existe aussi des gaz dans le gros intestin, quand il renferme des matières fécales. M. Jurine a depuis long-temps déterminé leur nature, mais il n'a fait qu'une seule expérience satisfaisante sur ce sujet. Dans le gros intestin d'un fou, trouvé mort de froid le matin dans sa loge, et ouvert aussitôt, il a reconnu l'existence de l'azote, de l'acide carbonique, de l'hydrogène carboné et sulfuré.

Nous avons, M. Chevreul et moi, examiné avec soin les gaz qui se trouvaient dans le gros intestin des suppliciés dont j'ai parlé à l'article de l'*intestin grêle*.

Dans le sujet de la première expérience citée, le gros intestin contenait, sur cent parties de gaz :

Oxigène	0,00
Acide carbonique	43,50
Hydrogène carboné et quelques traces d'hydrogène sulfuré	5,47
Azote	51,03
Total	100,00

Le sujet de la seconde expérience présentait, dans le même intestin :

Oxigène	0,00
Acide carbonique	70,00
Hydrogène pur et hydrogène carboné	11,60
Azote	18,40
Total	100,00

(1) *Voyez* à cette question l'ouvrage de MM. Lassaigne et Leuret, et celui déjà cité de MM. Tiedemann et Gmelin.

Sur le sujet de la troisième expérience, nous avons analysé séparément le gaz qui se trouvait dans le cœcum et celui qui se rencontrait dans le rectum. Nous avons eu pour résultat :

Cœcum.

Oxigène	0,00
Acide carbonique	12,50
Hydrogène pur	7,50
Hydrogène carboné	12,50
Azote	67,50
Total	100,00

Rectum.

Oxigène	0,00
Acide carbonique	42,86
Hydrogène carboné	11,18
Azote	45,96
Total	100,00

Quelques traces d'hydrogène sulfuré s'étaient manifestées sur le mercure avant l'instant où ce gaz fut analysé.

Ces résultats, sur lesquels on peut compter, puisqu'aucuns des moyens d'éloigner les erreurs n'ont été négligés, s'accordent assez bien avec ceux qu'avait obtenus depuis long-temps M. Jurine, relativement à la nature des gaz ; mais ils infirment ce qu'il avait dit à l'égard de l'acide carbonique, dont la quantité, suivant ce médecin, allait en décroissant depuis l'estomac jusqu'au rectum. On vient de voir qu'au contraire la proportion de cet acide s'accroît d'autant plus qu'on s'éloigne de l'estomac.

Les mêmes doutes que nous avons exprimés à l'occasion de l'origine des gaz contenus dans l'intestin grêle doivent être reproduits pour ceux du gros intestin. Viennent-ils de l'intestin grêle? sont-ils sécrétés par la membrane muqueuse? se forment-ils aux dépens de la réaction des principes constitutifs des matières fécales ? ou bien proviennent-ils de cette triple source ? Il n'est point facile de faire cesser l'incertitude où l'on est à cet égard ; mais, d'après ce qui a été dit à l'occasion des gaz de l'intestin grêle, il est très-probable qu'ils viennent en grande partie de la fermentation des matières contenues dans le gros intestin.

Remarquons cependant que ces gaz diffèrent de ceux de l'intestin grêle. Dans ces derniers l'hydrogène pur prédomine souvent, tandis qu'on n'en trouve point dans le gros intestin, mais bien de l'hydrogène carboné et sulfuré. J'ai vu d'ailleurs plusieurs fois des gaz sortir abondamment, sous la forme d'une multitude innombrable de petites bulles, de la matière que contenait le gros intestin.

D'après ce qu'on vient de voir, on peut conclure que l'action du gros intestin est de peu d'importance dans la production du chyle. Cet organe remplit assez bien les fonctions d'un réservoir, où vient se déposer, pour un certain temps, le résidu de l'opération chimique digestive, afin d'en être ensuite expulsé. On conçoit même que la digestion pourrait s'effectuer d'une manière complète, quand même le gros intestin n'y prendrait aucune part. La nature réalise cette supposition chez les individus porteurs d'un anus artificiel à l'extrémité cœcale de l'intestin grêle, et par lequel s'échappent les matières qui ont servi à la formation du chyme.

Expulsion des matières fécales.

Les principaux agens de l'excrétion des matières fécales sont le diaphragme et

les muscles abdominaux; le côlon et le rectum y coopèrent, mais d'une manière en général peu efficace.

Tant que les matières fécales ne sont point en grande quantité dans le gros intestin, et surtout tant qu'elles ne sont pas accumulées dans le rectum, on n'a point la conscience de leur présence; mais quand elles sont en proportion considérable et qu'elles distendent le rectum, alors on éprouve un sentiment vague de plénitude et de gêne dans tout l'abdomen. Ce sentiment est bientôt remplacé par un autre beaucoup plus vif qui nous avertit de la nécessité de nous débarrasser des matières fécales. Si l'on n'y satisfait pas, dans quelques occasions, il cesse pour reparaître au bout d'un temps plus ou moins long; et dans d'autres il s'accroît avec promptitude, commande impérieusement, et déterminerait, malgré tous les efforts contraires, la sortie des excrémens, si l'on ne se hâtait d'y obéir.

La consistance des matières fécales modifie la vivacité de ce besoin. Il est presque impossible de résister au-delà de quelques instans quand il s'agit de l'expulsion de matières molles ou presque liquides, tandis qu'il est facile de retarder beaucoup celles des matières qui ont plus de dureté.

Rien de plus aisé à comprendre que le mécanisme de l'expulsion des excrémens: pour qu'elle s'effectue, il faut que les matières accumulées dans le rectum soient poussées avec une force supérieure à la résistance que présentent les muscles de l'anus. La contraction du rectum seule ne pourrait produire un semblable effet, malgré l'épaisseur assez considérable de sa couche musculaire; d'autres puissances doivent intervenir: ce sont, d'une part, le diaphragme, qui pousse directement en bas toute la masse des viscères, et de l'autre, les muscles abdominaux, qui les resserrent et les pressent contre la colonne vertébrale. De la combinaison de ces deux forces résulte une pression considérable qui porte sur la matière stercorale amassée dans le rectum; la résistance des sphincters se trouve surmontée; ils cèdent, la matière s'engage dans l'anus et s'échappe bientôt au dehors.

Mais comme la cavité du rectum est beaucoup plus spacieuse que l'ouverture de l'anus, qui d'ailleurs tend continuellement à se rétrécir, la matière, pour en sortir, doit se mouler sur le diamètre de cette ouverture: elle passe d'autant plus aisément, qu'elle a moins de consistance; aussi, lorsqu'elle en a davantage, faut-il employer beaucoup plus de force. Si elle est liquide, la seule contraction du rectum paraît suffisante pour la rejeter.

Un phénomène analogue à celui qui arrive à l'œsophage, lors de l'abord des alimens dans l'estomac, a été observé au rectum par feu Hallé. Ce savant professeur a remarqué que, dans les efforts pour aller à la garde-robe, la membrane interne de l'intestin est déplacée, poussée en bas, et qu'elle vient former un bourrelet près de l'anus. Cet effet doit, en grande partie, être produit par la contraction des fibres circulaires du rectum.

Le besoin de rendre les matières fécales se renouvelle à des époques variables, suivant la quantité et la nature des alimens dont on fait usage, et suivant la disposition individuelle. Ordinairement il ne se manifeste qu'après plusieurs repas consécutifs. Chez quelques personnes, l'évacuation se fait une fois ou même deux fois dans vingt-quatre heures; mais il en est d'autres qui sont jusqu'à dix ou douze jours sans en avoir aucune, et qui jouissent cependant d'une santé parfaite.

L'habitude est une des causes qui ont le plus d'influence sur le retour régulier de l'excrétion des matières fécales: dès qu'elle est une fois contractée, on peut aller à la garde-robe exactement à la même heure. Beaucoup de personnes, surtout les femmes, sont obligées de recourir à des moyens particuliers, tels que des clystères, pour parvenir à se débarrasser des matières contenues dans le gros intestin.

Les gaz ne sont pas soumis à cette expulsion périodique et en général régulière; ils marchent plus rapidement. Leur déplacement étant très-facile, ils arrivent promptement à l'anus par le seul effet du mouvement péristaltique du gros intestin; cependant il faut y joindre le plus souvent la contraction des parois abdominales pour en

déterminer la sortie, qui alors se fait avec bruit : ce qui n'arrive que rarement quand ils sont expulsés par la seule contraction du rectum.

Du reste, la sortie des gaz par l'anus n'a rien de régulier ni même de constant. Beaucoup de personnes n'en rendent jamais, ou très-rarement; d'autres, au contraire, en chassent à chaque instant. L'usage de certains alimens influe sur leur formation et sur la nécessité de les expulser. En général, leur développement est considéré comme un indice de mauvaise digestion. En santé, comme en maladie, la sortie répétée des vents par l'anus annonce le besoin prochain d'aller à la garde-robe.

Par l'expulsion des matières fécales s'accomplit cette fonction si compliquée dont le but essentiel est la formation du chyle; mais nous n'en aurions qu'une idée fort incomplète, si, à l'exemple des auteurs les plus estimés, nous nous bornions à traiter de la digestion des alimens. Un autre genre de considération se présente à notre étude: c'est la digestion des alimens liquides ou des boissons.

De la digestion des boissons.

Il est assez singulier que les physiologistes, qui se sont tant occupés de la digestion des alimens solides, qui ont tant fait de systèmes pour l'expliquer, et même tant d'expériences pour l'éclairer, n'aient jamais donné une attention spéciale à celle des boissons; cependant cette étude présentait moins de difficultés apparentes que la première. Les boissons sont, en général, moins composées que les alimens, quoiqu'il y en ait de très-nourrissantes, et presque toutes se digèrent plus aisément. Cette seule circonstance, que nous digérons les liquides, aurait dû faire rejeter les systèmes de la trituration, de la macération, etc. En effet, on ne voit rien à broyer ni à macérer dans les boissons, et pourtant elles satisfont la faim, réparent les forces, en un mot nourrissent.

De la préhension des boissons.

La préhension des boissons peut s'exécuter d'une multitude de manières différentes, mais Petit (1) a fait voir qu'on pouvait les rapporter toutes à deux principales.

Suivant la première, on *verse* le liquide dans la bouche; il y entre par l'effet de sa propre pesanteur. On doit y rapporter la façon la plus ordinaire de boire, dans laquelle, les lèvres étant en contact avec les bords du vase, le liquide est versé plus ou moins lentement; l'action de *sabler,* qui consiste à projeter en une seule fois dans la bouche tout ce que contenait le verre, et l'action de *boire à la régalade*, dans laquelle, la tête étant renversée et les mâchoires écartées, on laisse tomber d'une certaine hauteur et d'un jet continu le liquide dans la bouche.

Suivant le second mode de préhension des boissons, on fait le vide dans cette cavité, et la pression de l'atmosphère force les liquides à y pénétrer: telles sont l'action d'*aspirer,* celle de *humer,* celle de *sucer* ou de *téter,* etc.

Lorsqu'on aspire ou que l'on hume, la bouche est appliquée à la surface d'un liquide; on dilate ensuite la poitrine, de manière à diminuer la pression de l'atmosphère sur la portion de la surface du liquide interceptée par les lèvres. Le liquide vient aussitôt remplacer l'air qui a été soustrait de la bouche.

---

(1) *Mémoires de l'Académie des Sciences*, année 1715 et 1716.

Dans l'action de sucer ou de téter, la bouche représente assez bien une pompe aspirante, dont l'*ouverture* est formée par les lèvres, le *corps* par les joues, le palais, etc., et le *piston* par la langue. Veut-on la mettre en jeu, on applique exactement les lèvres autour du corps dont on doit extraire un liquide, la langue elle-même s'y adapte; mais bientôt elle se contracte, diminue de volume, se porte en arrière, et le vide est en partie produit entre sa face supérieure et le palais : le liquide contenu dans le corps que l'on suce, n'étant plus également comprimé par l'atmosphère, se déplace, et la bouche se remplit.

N'ayant besoin ni de mastication ni d'insalivation, les boissons ne séjournent point dans la bouche; elles sont avalées à mesure qu'elles y arrivent. Les changemens qu'elles éprouvent en traversant cette cavité ne portent guère que sur leur température. Si cependant la saveur en est forte ou désagréable, ou bien si, la trouvant agréable, nous nous plaisons à la prolonger, il arrive que la présence de la boisson dans la bouche y détermine l'afflux d'une plus ou moins grande quantité de salive et de mucosité, qui ne manque pas de se mêler à la boisson.

Déglutition des boissons.

Nous avalons les liquides par le même mécanisme que les alimens solides; mais comme les boissons glissent plus aisément à la surface de la membrane muqueuse du palais, de la langue, du pharynx, etc.; comme elles cèdent sans difficulté à la moindre pression, et qu'elles présentent toujours les qualités requises pour traverser le pharynx, elles sont, en général, avalées avec moins de difficulté que les alimens solides.

Je ne sais pourquoi l'opinion contraire est généralement répandue. On établit que les molécules des liquides, ayant continuellement une tendance à s'abandonner, doivent présenter plus de résistance à l'action des organes de la déglutition; mais l'expérience dément chaque jour cette assertion.

Chacun peut avoir sur lui-même la preuve qu'il est plus aisé d'avaler les liquides que des alimens solides, même quand ils sont suffisamment atténués et imprégnés de salive (1).

On appelle *gorgée* la portion de liquide avalée dans chaque mouvement de déglutition. Les gorgées varient beaucoup pour le volume; mais quelque volumineuses qu'elles soient, comme elles s'accommodent à la forme du pharynx et de l'œsophage, il est rare qu'elles produisent la distension douloureuse dans ces conduits, comme on le voit pour les alimens solides.

Dans la manière la plus ordinaire de boire, la déglutition des liquides présente les trois temps que nous avons décrits; mais quand on *sable* ou qu'on *boit à la régalade*, le liquide étant directement porté dans le pharynx, les deux derniers temps seuls s'effectuent.

Accumulation et durée du séjour des boissons dans l'estomac.

La manière dont se fait l'accumulation des boissons dans l'estomac diffère peu de celle des alimens; elle est en général plus prompte, plus égale et plus facile, probablement parce que les liquides se répartissent et distendent l'estomac plus uniformément. De même que les alimens, ils occupent plus particulièrement sa portion gauche

---

(1) On n'alléguera point, sans doute, la manière dont la déglutition s'exerce dans les maladies; car, pour peu qu'il y ait une inflammation intense de la gorge, les malades ne peuvent avaler que des liquides.

et moyenne ; l'extrémité droite ou pylorique en contient toujours beaucoup moins.

Il ne faut pas cependant que la distension de l'estomac soit portée trop promptement à un degré considérable, car le liquide serait bientôt rejeté par le vomissement. Cet accident arrive fréquemment aux personnes qui avalent coup sur coup une grande quantité de boisson. Quand on veut exciter le vomissement chez une personne qui a pris un émétique, un des meilleurs moyens est de faire boire brusquement plusieurs verres de liquide.

La présence des boissons dans l'estomac produit des phénomènes locaux semblables à ceux que nous avons décrits à l'article de l'*accumulation des alimens :* mêmes changemens dans la forme et dans la position de l'organe, même distension de l'abdomen, même resserrement du pylore, et même contraction de l'œsophage, etc.

Les phénomènes généraux sont différens de ceux qui sont produits par les alimens : ce qui tient à l'action des liquides sur les parois de l'estomac, et à la promptitude avec laquelle ils sont portés dans le sang.

Passant rapidement à travers la bouche et l'œsophage, les boissons conservent, plus que les alimens, la température qui leur est propre jusqu'au moment où elles arrivent dans l'estomac. Il en résulte que nous les préférons à ceux-ci quand nous voulons éprouver dans cet organe un sentiment de chaleur ou de froid : de là vient la préférence que nous donnons en hiver aux boissons chaudes, et en été à celles qui sont froides.

Chacun sait que les boissons restent bien moins long-temps dans l'estomac que les alimens ; mais la manière dont elles sortent de ce viscère est encore peu connue. On croit généralement qu'elles traversent le pylore et qu'elles passent dans l'intestin grêle, où elles sont absorbées avec le chyle ; cependant une ligature appliquée sur le pylore, de façon qu'elles ne puissent pas pénétrer dans le duodénum, ne ralentit pas beaucoup leur disparition de la cavité de l'estomac. Nous reviendrons sur ce point important en parlant des agens de l'absorption des boissons.

Altération des boissons dans l'estomac.

Sous le rapport des altérations qu'elles éprouvent dans l'estomac, on peut distinguer les boissons en deux classes : les unes ne forment point de chyme, et les autres sont chymifiées en tout ou en partie.

A la première classe se rapportent l'eau pure, l'alcohol assez faible pour qu'il puisse être considéré comme boisson, les acides végétaux, etc.

Pendant son séjour dans l'estomac, l'eau se met d'abord en équilibre de température avec les parois de ce viscère ; en même temps elle se mêle avec la mucosité, le suc gastrique et la salive qui s'y trouvent ; elle devient trouble, et disparaît ensuite peu à peu sans subir d'autre transformation. Une partie passe dans l'intestin grêle, l'autre paraît absorbée directement. Après sa disparition, il reste une certaine quantité de mucosité, qui est bientôt réduite en chyme à la manière des alimens.

On sait, par l'observation, que l'eau privée d'air atmosphérique, comme l'eau distillée, ou l'eau chargée d'une grande quantité de sel, comme l'eau de puits, restent long-temps dans l'estomac et y produisent un sentiment de pesanteur.

L'alcohol a une tout autre manière d'agir. D'abord on connaît l'impression de chaleur brûlante qu'il cause en passant dans la bouche, le pharynx, l'œsophage, et celle qu'il excite dès qu'il est arrivé dans l'estomac : les effets de cette action sont de déterminer le resserrement de cet organe, d'irriter la membrane muqueuse, et d'augmenter beaucoup la sécrétion dont elle est le siége ; en même temps il coagule toutes les parties albumineuses avec lesquelles il est en contact ; et comme les différens liquides qui se trouvent dans l'estomac contiennent une assez grande proportion de cette matière, il en résulte que, peu de temps après qu'on a avalé de l'alcohol, il y a dans ce viscère une certaine quantité d'albumine concrétée. Le mucus subit une modi-

fication analogue à celle de l'albumine; il se durcit, forme des filamens irréguliers, élastiques, qui conservent une certaine transparence.

En produisant ces phénomènes, l'alcohol se mêle avec l'eau que contiennent la salive et le suc gastrique; il dissout probablement une partie des élémens qui entrent dans leur composition, de sorte qu'il doit s'affaiblir beaucoup par son séjour dans l'estomac. Sa disparition est extrêmement prompte; aussi ses effets généraux sont-ils rapides, et l'ivresse ou la mort suivent-elles presque immédiatement l'introduction d'une trop grande quantité d'alcohol dans l'estomac.

Les matières qui ont été coagulées par l'action de l'alcohol sont, après sa disparition, digérées comme des alimens solides.

Parmi les boissons qui sont réduites en chyme, les unes le sont en partie et les autres en totalité.

L'huile est dans ce dernier cas; elle est transformée, dans la partie pylorique, en une matière qui a de l'analogie, pour l'apparence, avec celle que l'on retire de la purification des huiles par l'acide sulfurique : cette matière paraît être le chyme de l'huile. A raison de cette transformation, l'huile est peut-être le liquide qui séjourne le plus long-temps dans l'estomac.

Personne n'ignore que le lait se caille peu de temps après qu'il a été avalé; ce caillot devient alors un aliment solide, qui est digéré à la manière ordinaire. Le petit-lait seul peut-être considéré comme boisson. Au contraire certaines substances, telles que le beurre, les graisses, etc., avalées solides, se liquéfient par le simple effet de la température de l'estomac.

Le plus grand nombre des boissons dont nous faisons usage sont formées d'eau ou d'alcohol, dans lesquels sont en suspension ou en dissolution des principes immédiats animaux ou végétaux, tels que la gélatine, l'albumine, l'osmazôme, le sucre, la gomme, la fécule, les matières colorantes ou astringentes, etc. Ces boissons contiennent des sels de chaux, de soude, de potasse, etc.

Il résulte de plusieurs expériences que j'ai faites sur des animaux, et de quelques observations que j'ai été à même de recueillir sur l'homme, qu'il se fait dans l'estomac un départ de l'eau ou de l'alcohol d'avec les matières que ces liquides tiennent en suspension ou dissolution. Celles-ci restent dans l'estomac, où elles sont transformées en chyme, comme des alimens, tandis que le liquide avec lequel elles étaient unies est absorbé, ou passe dans l'intestin grêle; enfin elles se comportent comme nous l'avons dit tout-à-l'heure à l'occasion de l'eau et de l'alcohol.

Les sels qui sont en dissolution dans l'eau n'abandonnent point ce liquide, et sont absorbés en même temps.

Le vin rouge, par exemple, se trouble d'abord par son mélange avec les sucs qui se forment ou qui sont apportés dans l'estomac; bientôt il coagule l'albumine de ces fluides et devient floconneux; ensuite sa matière colorante, peut-être entraînée par le mucus et l'albumine, se dépose sur la membrane muqueuse : on en voit du moins une certaine quantité dans la portion pylorique; la partie aqueuse et alcoholique disparaît assez promptement.

Le bouillon de viande éprouve des changemens analogues. L'eau qu'il contient est absorbée; la gélatine, l'albumine, la graisse, et probablement l'osmazôme, restent dans l'estomac, où elles sont réduites en chyme.

Action de l'intestin grêle sur les boissons.

D'après ce qu'on vient de lire, il est clair que les boissons pénètrent sous deux formes dans l'intestin grêle : 1° sous celle de *liquide*, 2° sous celle de *chyme*.

A moins de circonstances particulières, les liquides qui passent de l'estomac dans l'intestin n'y séjournent que très-peu; ils ne paraissent point y éprouver d'autre altération que leur mélange avec le suc intestinal, le chyme, le liquide pancréatique

et la bile. Ils ne donnent lieu à la formation d'aucune espèce de chyle; ils sont ordinairement absorbés dans le duodénum et le commencement du jéjunum; rarement en voit-on dans l'iléum, et plus rarement encore parviennent-ils jusqu'au gros intestin. Il paraît que ce dernier cas n'arrive que dans l'état de maladie, pendant l'action d'un purgatif par exemple.

Le chyme qui provient des boissons suit la même marche et paraît éprouver les mêmes changemens que celui des alimens; par conséquent, il sert à produire du chyle.

Tels sont les principaux phénomènes de la digestion des boissons : on voit combien il était important de les distinguer de ceux qui appartiennent à la digestion des alimens solides.

Mais on ne digère pas toujours isolément, ainsi que nous l'avons supposé, les alimens et les boissons; assez souvent les deux digestions se font en même temps.

Les boissons favorisent la digestion des alimens : il est probable qu'elles produisent cet effet de plusieurs manières. Celles qui sont aqueuses ramollissent, divisent, dissolvent même certains alimens; elles aident de cette façon leur chymification et leur passage à travers le pylore. Le vin remplit des usages analogues, mais seulement pour les substances qu'il peut dissoudre; en outre il excite, par son contact, la membrane muqueuse de l'estomac, et détermine une sécrétion plus grande de suc gastrique. La manière d'agir de l'alcohol se rapproche beaucoup de ce dernier usage du vin, seulement elle est plus intense. C'est aussi en excitant la sécrétion de l'estomac que sont utiles les liqueurs dont on fait usage à la fin du repas.

Des liquides, tels que des bouillons de viande, du lait, etc., sont souvent, quand l'estomac est malade, introduits dans le gros intestin, avec l'intention de soutenir les forces, et même de nourrir. Je ne connais aucun fait bien constaté qui établisse la possibilité d'atteindre ce but, mais je ne vois rien non plus qui en écarte la possibilité; ce serait un sujet intéressant de recherches. Il serait curieux de savoir ce qui arrive à un liquide nourrissant quand il séjourne dans le gros intestin. Nous l'ignorons entièrement aujourd'hui.

Remarques sur la déglutition de l'air atmosphérique.

Indépendamment de la faculté d'avaler des alimens et des boissons, beaucoup de personnes peuvent, par la déglutition, introduire dans leur estomac assez d'air pour le distendre.

On a cru long-temps que cette faculté était très-rare, et l'on citait M. Gosse, de Genève, comme l'ayant présentée à un degré remarquable; mais j'ai fait voir, dans un travail particulier (1), qu'elle était beaucoup plus commune qu'on ne le croyait. Sur une centaine d'étudians en médecine, j'en ai trouvé huit ou dix qui en étaient doués.

Dans le même travail, j'ai montré qu'on pouvait distinguer en deux classes les personnes qui avalent de l'air : pour les unes, c'est un acte très-facile, et les autres n'y réussissent qu'avec des efforts plus ou moins grands. Quand ces dernières veulent l'opérer, il faut, en premier lieu, qu'elles chassent l'air que contenait la poitrine; après quoi, remplissant leur bouche d'air, de manière que les joues soient un peu distendues, elles exécutent la déglutition en rapprochant d'abord le menton de la poitrine, et en l'éloignant ensuite brusquement de cette partie. Cette déglutition pourrait être comparée à celles des personnes dont la gorge est enflammée, et qui avalent des liquides avec douleur et difficulté.

---

(1) *Mémoire sur la déglutition de l'air atmosphérique*, lu à l'Institut, 1815.

Quant aux personnes qui ne peuvent point avaler d'air, et c'est le plus grand nombre, je dirai, pour l'avoir observé sur moi-même et sur un assez grand nombre de jeunes étudians, qu'avec un peu d'exercice on peut y parvenir sans trop de peine. Pour ma part, au bout de deux ou trois jours de tentatives, j'y suis parvenu. Il est probable que si l'on trouvait en médecine une application utile de la déglutition de l'air, ce ne serait pas une chose très-longue ni très-difficile que d'apprendre aux malades à l'exécuter.

Dans l'estomac, l'air s'échauffe, se raréfie et distend l'organe. Il excite chez quelques personnes un sentiment de chaleur brûlante; chez d'autres, il produit des envies de vomir ou des douleurs très-vives. Il est probable que sa composition chimique s'altère, mais on ne sait rien encore de positif sur ce point.

Son séjour est plus ou moins long; ordinairement il remonte dans l'œsophage, et vient sortir par la bouche ou par les narines; d'autres fois il traverse le pylore, se répand dans toute l'étendue du canal intestinal, jusqu'au point de sortir par l'anus. Dans ce dernier cas, il distend toute la cavité abdominale et simule la maladie nommée *tympanite*.

J'ai observé que, dans certaines affections morbides, les malades avalent quelquefois involontairement, et sans s'en apercevoir, des quantités considérables d'air atmosphérique.

Un jeune médecin de mes amis, dont la digestion est habituellement laborieuse, la rend moins pénible en avalant, à plusieurs reprises, deux ou trois gorgées d'air.

Remarques sur l'éructation, la régurgitation, le vomissement, etc.

Nous avons vu comment la contraction de l'œsophage empêche les matières contenues dans l'estomac, et comprimées par les parois abdominales, de remonter dans ce conduit. Ce retour se fait quelquefois; et, suivant que ce sont des gaz ou des alimens qui s'engagent dans l'œsophage, et selon que les parois de l'abdomen y participent ou non, on désigne cette sorte de reflux par les mots *éructation*, *rapport*, *régurgitation*, *vomissement*, etc.

Le retour des substances que contient l'estomac ne se fait pas avec une égale facilité. Les gaz sortent plus aisément que les liquides, et ceux-ci plus facilement que les alimens solides. En général, plus l'estomac est distendu, plus cette *anti-déglutition* se fait avec facilité.

Quand ce viscère contient des gaz, ceux-ci en occupent nécessairement la partie supérieure; par conséquent ils sont habituellement en présence de l'ouverture cardiaque de l'œsophage. Pour peu que cette ouverture se relâche, ils s'y engagent; et comme ils sont plus ou moins comprimés dans l'estomac, si l'œsophage ne les repousse point en se contractant, ils arriveront bientôt à sa partie supérieure, et ils s'échapperont dans le pharynx, en faisant vibrer les bords de l'ouverture de ce conduit : c'est ce qu'on nomme *éructation*. Il est présumable que l'œsophage, par un mouvement en sens opposé à celui qu'il exécute dans la déglutition, détermine en partie la sortie des gaz par le pharynx.

Lorsqu'une certaine quantité de vapeur ou de liquide accompagne le gaz qui sort de l'estomac, l'éructation prend le nom de *rapport*.

Il n'est pas nécessaire, pour que l'éructation ait lieu, que les gaz viennent directement de l'estomac; les personnes qui ont la faculté d'avaler de l'air peuvent, après lui avoir fait franchir le pharynx, le laisser remonter dans cette cavité. C'est ainsi que se produit l'*éructation volontaire :* dans les cas ordinaires, elle n'est point soumise à la volonté.

Si, au lieu de gaz, ce sont des liquides ou des parcelles d'alimens solides qui remontent de l'estomac dans la bouche, ce phénomène est appelé *régurgitation*. Il arrive souvent chez les enfans à la mamelle, où l'estomac est habituellement distendu

par une grande quantité de lait; il se voit fréquemment chez ceux qui ont avalé des alimens et des boissons en abondance, surtout si l'estomac est fortement comprimé par la contraction des muscles abdominaux; par exemple, si les personnes font des efforts pour aller à la selle.

Quoique la distension de l'estomac soit favorable à la régurgitation, elle arrive aussi l'estomac étant vide; ou à peu près; il n'est pas rare de rencontrer des individus qui rejettent le matin une ou deux gorgées de suc gastrique mêlé à de la bile. Ce phénomène est souvent précédé d'éructations qui donnent issue aux gaz que contenait aussi l'estomac.

Quand ce viscère est très-plein, sa contraction doit être pour peu de chose dans le passage des matières dans l'œsophage; la pression qu'exercent les parois de l'abdomen doit en être la cause principale.

Mais quand l'estomac est à peu près vide, il est présumable que le mouvement du pylore doit être la cause qui pousse les fluides dans l'œsophage. Cela est d'autant plus probable, que les liquides qu'on rejette alors sont toujours plus ou moins mélangés avec de la bile, qui ne peut guère arriver dans l'estomac sans un mouvement de contraction du duodénum et de la portion pylorique de l'estomac. On se rappelle que l'œsophage se contracte avec peu d'énergie quand l'estomac est vide.

Chez la plupart des individus, la régurgitation est tout-à-fait involontaire, et ne se montre que dans des circonstances particulières; mais il y a des personnes qui la produisent à volonté, et qui se débarrassent par ce moyen des matières solides ou liquides contenues dans leur estomac. En les observant dans le moment où elles exécutent cette régurgitation, on voit qu'elles font d'abord une inspiration par laquelle le diaphragme s'abaisse; elles contractent ensuite les muscles abdominaux, de manière à comprimer l'estomac; elles aident quelquefois leur action, en pressant fortement avec les mains la région épigastrique; elles restent un moment immobiles, et tout-à-coup le liquide ou l'aliment arrive dans la bouche. On peut présumer que le temps où elles sont immobiles, en attendant l'apparition des matières dans la bouche, est en partie employé à déterminer le relâchement de l'œsophage, afin que les matières que renferme l'estomac puissent s'y introduire. Si la contraction de l'estomac contribue à produire, dans ce cas, l'expulsion des matières, ce ne pourra être que d'une manière très-accessoire.

Cette régurgitation volontaire est le phénomène que présentent les personnes qui passent pour *vomir* à *volonté*.

Il y a des individus qui, après le repas, se complaisent à faire remonter les alimens dans la bouche, à les mâcher une seconde fois, pour les avaler ensuite; en un mot, ils offrent une véritable *rumination*, analogue à celle de certains animaux herbivores.

Le *vomissement* se rapproche sans doute des phénomènes que nous venons d'examiner, puisqu'il a pour effet l'expulsion par la bouche des matières que contient l'estomac; mais il en diffère sous plusieurs rapports importans, entre autres sous celui du sentiment particulier qui l'annonce, des efforts qui l'accompagnent, et de la fatigue qui le suit presque toujours.

On nomme *nausée* la sensation interne qui précède le besoin de vomir; elle consiste en un malaise général, avec un sentiment de tournoiement, soit dans la tête, soit dans la région épigastrique : la lèvre inférieure devient tremblotante, et la salive coule en abondance. A cet état succèdent bientôt, et involontairement, des contractions convulsives des muscles abdominaux, et simultanément du diaphragme; les premières ne sont pas très-intenses, mais celles qui suivent le sont davantage; enfin elles deviennent telles, que les matières contenues dans l'estomac surmontent la résistance du cardia, et sont, pour ainsi dire, lancées dans l'œsophage et dans la bouche : le même effet se reproduit plusieurs fois de suite; il cesse ensuite pour reparaître au bout d'un temps plus ou moins long. J'ai observé sur les animaux que, pendant les nausées et durant les efforts de vomissement, ils avalent de l'air en quantité considérable : cet air paraît destiné à favoriser la pression que les muscles

abdominaux exercent sur l'estomac. Il est probable que le même phénomène a lieu chez l'homme.

Au moment où les matières chassées de l'estomac traversent le pharynx et la bouche, la glotte se ferme, le voile du palais s'élève et devient horizontal comme dans la déglutition; cependant, chaque fois que l'on vomit, il s'introduit presque toujours une certaine quantité de liquide, soit dans le larynx, soit dans les fosses nasales.

On a cru long-temps que le vomissement dépendait de la contraction brusque et convulsive de l'estomac; mais j'ai fait voir, par une série d'expériences, que ce viscère y était à peu près passif, et que les véritables agens du vomissement étaient, d'une part, le diaphragme, et, de l'autre, les muscles larges de l'abdomen; je suis même parvenu à le produire en substituant à l'estomac, chez un chien vivant, une vessie de cochon, que je remplissais ensuite d'un liquide coloré (1).

Dans l'état ordinaire, le diaphragme et les muscles de l'abdomen coopèrent au vomissement; mais ils peuvent cependant le produire chacun séparément. Ainsi un animal vomit encore quoiqu'on ait rendu le diaphragme immobile en coupant les nerfs diaphragmatiques; il vomit de même, quoiqu'on ait enlevé avec le bistouri tous les muscles abdominaux, avec la précaution de laisser intacts la ligne blanche et le péritoine.

Jamais je n'ai vu l'estomac se contracter dans l'instant du vomissement; on conçoit cependant qu'il n'est pas impossible que le mouvement du pylore ne se montre dans cet instant. Ce cas s'est présenté à Haller dans deux expériences; et c'est ce qui faisait penser à cet illustre physiologiste que la contraction de l'estomac était la cause essentielle du vomissement.

Modification de la digestion par l'âge.

La plupart des auteurs représentent les organes digestifs comme inactifs chez le fœtus, et comme ayant, à l'époque de la naissance, un développement proportionnel, considérable, nécessaire, dit-on, afin qu'ils puissent fournir les matériaux nécessaires à la nutrition et à l'accroissement du corps.

Si l'on entend par *inactifs* que les organes digestifs du fœtus n'agissent point sur des alimens, nul doute qu'on ait raison; mais si l'on entend par ce mot *inaction absolue*, je crois qu'on a tort, car il est très-probable que, même chez le fœtus, il se passe dans les organes digestifs quelque chose de très-analogue à la digestion. Nous aurons occasion de nous en convaincre en faisant l'histoire des fonctions du fœtus.

Il en est de même pour le développement du système digestif à l'époque de la naissance.

Si l'on n'entend parler que des organes contenus dans l'abdomen, il est clair qu'ils sont proportionnellement plus volumineux que dans un âge plus avancé; mais si l'on désigne collectivement tout l'appareil digestif, l'assertion sera fautive; car les organes de la préhension, de la mastication des alimens, et ceux de l'excrétion des matières fécales, sont, à l'époque de la naissance, et même assez long-temps après, loin du développement qu'ils acquerront avec le progrès de l'âge. Qu'on ne croie pas que l'énergie des organes abdominaux remplace la faiblesse de ceux dont nous venons de parler: bien loin de là, il faut à l'enfant une nourriture choisie, délicate et de très-facile digestion: celle qui lui convient par excellence, c'est le lait de

(1) *Voyez* les détails de ces expériences, et le Rapport des commissaires de l'Institut, dans mon *Mémoire sur le Vomissement*, Paris, an 1813. *Voyez* aussi un mémoire intéressant de M. Piédagnel, sur le même sujet, dans mon *Journal de Physiologie expérimentale*, tome. II, Paris, 1822.

sa mère ; quand il en est privé , on sait combien il est difficile de remplacer avec avantage ce premier aliment. Au lieu donc de considérer les organes digestifs de l'enfant naissant, ou même très-jeune , comme doués d'un surcroît de force , il faut les considérer comme beaucoup plus faibles qu'ils ne le seront par la suite.

Si l'appareil digestif de l'enfant est comparativement moins bien disposé que celui de l'adulte , tout y est on ne peut mieux combiné pour le genre d'action qu'il est appelé à remplir.

La succion est le mode de préhension propre aux enfans ; les parties qui doivent l'exécuter ont chez lui un développement considérable.

La langue est très-grosse , comparée au volume du corps ; l'absence des dents donne aux lèvres la facilité de se prolonger beaucoup en avant , et d'embrasser plus exactement que ne pourraient le faire celles de l'adulte le mamelon dont le lait doit être extrait.

Pendant la première année, l'enfant manque d'organes masticatoires. Les mâchoires sont très-petites , dépourvues de dents ; l'inférieure n'est point courbée , et n'offre pas d'angle comme celle de l'adulte ; les muscles élévateurs , agens principaux de la mastication, ne s'y insèrent que très-obliquement. Un bourrelet assez dur, formé par le tissu des gencives , tient lieu de dents.

Sur la fin de la première année et dans le cours de la seconde, les premières dents , ou *dents de lait* , sortent de leurs alvéoles et viennent garnir les mâchoires. Leur irruption se fait assez régulièrement par paire ; d'abord les deux incisives moyennes inférieures se montrent , puis les supérieures , viennent ensuite les incisives latérales inférieures, bientôt après les supérieures, et successivement et dans le même ordre les canines et petites molaires (1) : la sortie de ces dernières n'arrive souvent que dans la troisième année. A l'âge de quatre ans , quatre nouvelles dents se manifestent : ce sont les premières grosses molaires ; elles complètent le nombre de vingt-quatre dents , que l'enfant conserve jusqu'à sept ans. Alors se fait l'irruption de la seconde dentition. Les dents de lait tombent , en général , dans l'ordre de leur sortie des mâchoires ; elles sont successivement remplacées par les dents qui sont destinées à rester toute la vie. A cette époque sortent en sus quatre autres grosses molaires. Quand celles-ci ont paru, il y a vingt-huit dents. Enfin, vers vingt ou vingt-cinq ans, quelquefois beaucoup plus tard, on voit pousser les quatre dernières molaires, ou *dents de sagesse* , et le nombre de trente-deux dents propres à l'homme est complété.

Ce renouvellement des dents à sept ans est nécessité par l'accroissement qu'ont éprouvé les machoires. Les dents de lait deviennent proportionnellement trop petites ; celles qui leur succèdent sont plus grosses et d'un tissu plus solide. Leurs racines sont plus longues et plus nombreuses ; elles sont plus solidement fixées dans les alvéoles ; dispositions bien favorables aux fonctions qu'elles ont à remplir.

En même temps que les mâchoires augmentent en dimension, elles changent de forme ; l'inférieure se courbe, ses branches deviennent verticales, son corps prend une direction horizontale, et l'angle qui les réunit se prononce.

A l'époque où elles sortent des os maxillaires, les dents sont des instrumens tout neufs. Les incisives sont tranchantes, les canines ont une pointe acérée, les molaires sont hérissées d'aspérités coniques ; mais ces dispositions avantageuses diminuent avec l'âge. Les dents, frottant continuellement les unes sur les autres dans les mouvemens de mastication, ou bien se trouvant en contact avec des corps plus ou moins durs, s'usent et perdent peu à peu de leur forme. On pourrait donc juger de l'âge de l'homme par l'examen de ses dents, et l'on y parvient jusqu'à un certain point; mais il est si rare que les dents aient une disposition parfaitement régulière et un égal degré de dureté, qu'on n'arrive par ce moyen qu'à des données peu approximati-

(1) Assez souvent la première petite molaire sort avant la canine.

ves. En général, l'usure des dents se manifeste d'abord dans les incisives inférieures; elles se montrent ensuite dans les molaires, et c'est beaucoup plus tard qu'on l'aperçoit dans les dents de la mâchoire supérieure.

Mais l'usure des dents n'est pas le changement le plus défavorable qu'amène l'âge; dans les premiers temps de la vieillesse confirmée, elles sont, par les progrès de l'ossification des mâchoires, repoussées de leurs alvéoles; elles deviennent vacillantes et finissent par tomber.

La manière dont cette chute s'opère est loin d'être régulière comme la sortie des dents; il y a, sous ce rapport, de nombreuses différences individuelles.

Les personnes qui ne perdent leurs dents qu'à l'époque dont je viens de parler doivent être considérées comme privilégiées : car le plus souvent les dents tombent de bien meilleure heure, soit par accidens, tels que des coups ou des chutes qui les fracturent ou les arrachent, soit parce qu'elles ne peuvent supporter impunément le contact de l'air ou celui des substances qu'on introduit habituellement dans la bouche : alors leur tissu s'altère; il présente des taches, se ramollit, change de couleur et finit par tomber en fragmens. Ce sont ces altérations chimiques qu'on appelle assez improprement *maladie des dents*, puisqu'on les voit survenir dans les dents artificielles.

Après la chute totale des dents, les gencives se durcissent, les ouvertures qu'elles présentaient se ferment, les bords alvéolaires s'amincissent, deviennent tranchans; et cette nouvelle disposition supplée en partie aux corps qui remplissaient les alvéoles.

Telles sont les modifications qu'entraînent les progrès de l'âge dans les organes de la mastication : celles qui arrivent aux autres organes digestifs ne sont point assez importantes pour que nous en fassions mention.

Nous terminerons cet article en faisant remarquer que beaucoup de muscles volontaires concourent à la digestion, et subissent, par l'effet de l'âge, les mêmes changemens que nous avons indiqués en traitant des modifications qu'éprouvent par cette même cause les organes de la contraction musculaire.

Nos connaissances sont fort bornées relativement aux modifications qu'éprouve la digestion dans les différens âges; ce qu'on en sait se rapporte particulièrement à la manière dont s'exercent la préhension des alimens, leur mastication, et l'excrétion des matières fécales : les changemens qu'éprouve probablement l'action des organes digestifs abdominaux sont à peu près inconnus.

La faim paraît très-vive chez les enfans mais elle n'est pas soumise au retour périodique qui se voit chez l'adulte; elle se renouvelle à des intervalles si rapprochés, qu'elle semble continue : il est certain du moins qu'elle se manifeste quoique l'estomac soit loin d'être vide. La succion est le mode de préhension qui est propre aux enfans; ils l'exécutent d'autant plus aisément, que les lèvres et la langue sont plus développées. Chez eux, cette action, au moins dans les premiers mois, paraît entièrement instinctive. Jusqu'à l'apparition des dents, et même pendant une partie du temps que dure le travail de la dentition, toute mastication est impossible. Si l'enfant comprime les substances introduites dans sa bouche, c'est plutôt pour en extraire le suc qu'elles contiennent ou pour favoriser leur dissolution, que pour exercer sur elles un véritable broiement. On peut présumer que l'abondance de la salive chez les enfans remplace, jusqu'à un certain point, la mastication.

Il faut passer à l'excrétion des matières fécales pour avoir quelque chose de positif sur la digestion des enfans très-jeunes, comparée à celle de l'homme; et l'on voit que cette excrétion se fait très-fréquemment; que les excrémens, presque liquides et de couleur jaunâtre, n'ont pas l'odeur qu'ils prendront quand l'enfant fera usage d'alimens autres que le lait : les muscles abdominaux, à cet âge, n'auraient pas probablement assez d'énergie pour expulser des matières fécales solides.

La sortie des dents incisives, et même des canines, ne procure à l'enfant qu'une mastication très-imparfaite; il faut que les molaires aient fait irruption pour que cette

action devienne plus efficace; encore ne peut-elle s'exercer sur des substances dont la résistance est un peu considérable, car les muscles élévateurs de la mâchoire inférieure sont trop faibles, et s'y insèrent trop obliquement pour que des substances d'une certaine dureté puissent être écrasées entre les dents.

Ce n'est que passé la seconde dentition, et même quelque temps après, lorsque l'angle de la mâchoire est bien prononcé, que la mastication acquiert toute la perfection dont elle est susceptible. Elle se maintient dans cet état, sauf les modifications que cause l'usure ou la chute accidentelle des dents, jusqu'à la vieillesse, époque où elle s'altère constamment, soit parce que les dents sont très-usées ou en grande partie tombées, soit que leur chute étant complète on ne mâche plus qu'avec le bord alvéolaire.

A ces causes, qui, chez le vieillard, rendent laborieuse la mastication, se joignent, 1º la trop grande étendue des lèvres, qui, dès que les dents incisives sont tombées, ont plus de longueur qu'il ne faut pour aller d'une mâchoire à l'autre, et qui, se touchant par la face interne, au lieu de s'appliquer par les bords, ne peuvent plus retenir la salive; 2º la diminution de l'angle de la mâchoire, qui, sous ce rapport, se rapproche de celle des enfans, et la courbure du corps de cet os, qui obligent le vieillard à mâcher par la partie antérieure et moyenne du bord alvéolaire, seul endroit où ces bords puissent se rencontrer; 3º l'absence des dents, qui le met dans la nécessité de mâcher ayant constamment les lèvres en contact, ce qui donne encore un caractère particulier à sa mastication.

L'action des muscles qui concourent à la digestion éprouve les mêmes changemens que nous avons indiqués en parlant de l'influence des âges sur la contraction musculaire.

D'abord faibles chez l'enfant, puis actifs et vigoureux dans la jeunesse et l'âge adulte, ces muscles diminuent d'énergie dans la vieillesse, et finissent par s'affaiblir beaucoup dans la caducité. Les actions digestives qui dépendent de la contraction musculaire parcourent les mêmes périodes, comme on peut s'en assurer en examinant la manière dont s'exécutent la préhension des alimens, la mastication et l'excrétion des matières fécales aux différentes époques de la vie.

A cause de l'extrême faiblesse des muscles chez certains vieillards habituellement constipés, il peut y avoir impossibilité d'expulser les excrémens, accumulés quelquefois en quantité énorme dans le gros intestin. On est obligé, dans ces cas, d'avoir recours à une opération chirurgicale pour en procurer la sortie.

On n'a que des données très-générales sur les modifications qu'éprouvent dans les différens âges l'action de l'estomac et celle des intestins : elles paraissent plus rapides et plus faciles pendant tout le temps que dure l'accroissement; elles semblent se ralentir ensuite : mais, de toutes les actions vitales, ce sont peut-être celles qui conservent le plus long-temps, et jusqu'aux derniers momens de la vie, une grande activité.

Nous n'entrerons dans aucun détail relativement aux modifications qu'apportent les sexes, les climats, les habitudes, les tempéramens, la disposition individuelle. Ce genre de considération est sans doute très-intéressant; mais, comme il est plus particulièrement du ressort de l'hygiène, nous nous contenterons de dire que, sous bien des rapports, il existe presque autant de différentes manières de digérer qu'il y a d'individus, et que, chez une même personne, il est rare que la digestion n'éprouve pas quelques changemens journaliers, à tel point qu'on digérera parfaitement aujourd'hui la substance qu'il avait été absolument impossible de digérer hier.

Rapports de la digestion avec les fonctions de relation.

Une fonction aussi importante que la digestion, et à laquelle coopèrent un si grand nombre d'organes différens, devait être étroitement liée avec les autres fonctions, et

particulièrement avec celles de relation. Cette liaison existe en effet; elle est même tellement intime, que, dans la plupart des animaux, la connaissance d'un ou de plusieurs organes de la vie extérieure apprend de suite la disposition des organes digestifs, et, réciproquement, la simple inspection d'une partie de l'appareil digestif fait connaître la disposition des organes des sens et des mouvemens.

Les sens nous avertissent de la présence des alimens, nous aident à les saisir, nous en font connaître les propriétés physiques et chimiques, ainsi que les qualités utiles ou malfaisantes; et comme c'est surtout sous ce dernier genre de rapports qu'il nous importe le plus d'apprécier les alimens, on considère l'odorat et le goût, qui sont chargés de cet examen, comme ayant avec la digestion des relations plus intimes que les autres sens. Quelques auteurs les ont classés parmi les actions digestives.

Souvent l'aspect ou l'odeur d'un mets excite l'appétit et dispose favorablement l'appareil de la digestion; mais la même cause peut produire un effet entièrement opposé, c'est-à-dire faire cesser la faim, et même amener un sentiment de dégoût.

En général, un appétit modéré donne aux sens plus de finesse et d'activité; mais si la faim se prolonge, nous avons vu plus haut que les sens perdent de leur action, se troublent au point de ne transmettre que des impressions inexactes. Pendant le travail de la chymification, ils ont aussi moins d'activité, surtout si l'estomac est distendu par une grande quantité d'alimens.

Les rapports de la contraction musculaire avec la digestion ne sont pas moins évidens. On a vu comment l'action des muscles sert dans la préhension des alimens, dans la mastication, la déglutition, et dans l'excrétion des matières fécales; en outre, ces mouvemens nous mettent à même de nous procurer les alimens; ils excitent l'appétit, et nécessitent, quand ils sont souvent répétés, une nourriture plus abondante. A leur tour ils sont influencés par les phénomènes digestifs, la faim les rend plus faibles et plus difficiles; et lorsque l'estomac est plein d'alimens, il y a, surtout dans les pays chauds et chez les personnes d'une santé délicate, disposition au repos et presque impossibilité de se mouvoir; mais, dans les pays froids et chez les hommes robustes, la présence des alimens dans l'estomac est au contraire une cause d'accroissement de force et d'agilité.

On se rend aisément raison de la difficulté que l'on éprouve à parler, et surtout à chanter, après un repas copieux; le volume de l'estomac s'oppose à l'introduction de l'air dans la poitrine et aux mouvemens du diaphragme, et met ainsi un obstacle très-grand à la production de la voix.

C'est surtout entre les fonctions du cerveau et la digestion qu'il y a des rapports intimes. Dans certains cas, la faim donne une direction particulière aux idées, les porte vers les alimens; dans d'autres, une forte contension d'esprit, un chagrin violent, une frayeur subite, font cesser la faim pour plusieurs jours, et même rendent toute digestion impossible, au point que les alimens qui précédemment avaient été introduits dans l'estomac n'y subissent aucune altération. Combien ne voit-on pas de personnes dont les affections tristes ont perverti les facultés digestives! La satisfaction morale, la gaîté, le rire, favorisent au contraire la digestion : les grands mangeurs sont ordinairement peu accessibles au chagrin.

Qui n'a pas fait la remarque de l'influence de la digestion sur l'état de l'esprit? Combien de gens sont incapables d'application pendant la digestion? Qui ne sait que l'accumulation des matières fécales a l'effet le plus marqué sur la disposition morale?

Sous un point de vue purement physique, on a prétendu que la digestion était sous l'influence immédiate du cerveau, que si on enlevait les hémisphères, la digestion était abolie. Je n'ai jamais vu ce phénomène; j'ai vu au contraire la digestion continuer dans des animaux auxquels j'avais enlevé le cerveau presque en totalité. Des canards auxquels j'avais enlevé le cerveau et une grande partie du cervelet ont survécu huit ou dix jours, et leur digestion se faisait très-bien. Mais ils avaient perdu l'instinct de chercher les alimens, et même plusieurs celui qui fait exécuter la déglu-

tition ; j'étais obligé de les faire avaler artificiellement. Les blessures de la moelle alongée et de la moelle épinière lèsent bien davantage la digestion ; mais, comme elles altèrent en même temps la respiration et la circulation, il est peu probable qu'elles influent directement sur la digestion, mais au contraire d'une manière indirecte, par l'intermédiaire des grandes fonctions indispensables à la vie.

Influence du grand sympathique sur la digestion.

L'organe mystérieux que les anatomistes nomment le nerf grand sympathique a son principal ganglion et son plexus le plus considérable derrière l'estomac et les intestins ; un grand nombre de ses filets se rendent dans les organes digestifs : il est donc probable que la digestion est influencée par le grand sympathique; mais on n'est point encore sur la voie de l'espèce d'action que cet organe exerce sur cette fonction. Des suppositions, des hypothèses, des opinions, voilà tout ce que contiennent les ouvrages sur une des questions les plus intéressantes de la physiologie (1).

J'ai tenté quelques expériences pour m'assurer si les filets du grand sympathique donnent de la sensibilité à l'estomac. Je coupe les deux huitièmes paires à un animal au-dessus du diaphragme, puis je lui fais avaler quelques grains d'émétique, et peu de temps après le vomissement a lieu. Le phénomène ne peut dépendre de l'absorption, car il s'écoule à peine cinq minutes entre son développement et l'introduction de l'émétique dans l'estomac : il paraît probable qu'ici le grand sympathique a transmis au cerveau l'impression produite par le sel d'antimoine sur la membrane muqueuse de l'estomac.

Les intestins sont quelquefois, surtout dans l'état de maladie, d'une exquise sensibilité, et causent souvent des douleurs atroces. Comme ils ne reçoivent point, pour ainsi dire, de nerfs cérébraux, il est très-probable qu'ils doivent leur sensibilité aux filets du grand sympathique : toutefois aucune preuve directe ne l'a établi jusqu'ici et cette importante matière est encore vierge d'expériences concluantes.

DE L'ABSORPTION ET DU COURS DU CHYLE.

En vain les organes digestifs formeraient du chyle : si celui-ci restait dans le canal intestinal, il n'y aurait pas de nutrition. Le chyle doit être transporté de l'intestin grêle dans le système veineux : ce transport est le but principal de la fonction que nous allons examiner.

Pour conserver autant que possible la méthode que nous avons suivie jusqu'ici dans l'exposition des fonctions, nous allons d'abord parler du chyle d'une manière générale.

Du chyle.

On peut étudier le chyle sous deux formes différentes : 1° lorsqu'il est mêlé au chyme dans l'intestin grêle, et qu'il a les caractères que nous avons décrits, en parlant des phénomènes de sa formation ; 2° sous la forme liquide, circulant dans les vaisseaux chylifères et le canal thoracique.

---

(1) J'aurais bien désiré faire une honorable exception en faveur du magnifique ouvrage qu'a publié M. Lobstein ; mais le mérite de cette production importante s'arrête à la partie anatomique. La physiologie y est bornée à une collection d'opinions là où il faudrait des faits et des expériences. (Voyez *De nervi sympathetici humani fabrica, usu et morbis*, auctore J. P. Lobstein, Parisiis, 1823.)

Personne ne s'étant spécialement occupé du chyle pendant son séjour dans l'intestin grêle, nos connaissances sur ce point ne vont guère au-delà de ce que nous avons dit en parlant de l'action de cet intestin dans la digestion; en revanche, le chyle liquide, contenu dans les vaisseaux chylifères, a été examiné avec beaucoup de soin.

Pour s'en procurer, le meilleur moyen consiste à donner des alimens à un animal, et, quand on suppose que la digestion est en pleine activité, on l'étrangle ou on lui coupe la moelle épinière derrière l'occipital. On incise aussitôt la poitrine dans toute sa longueur; on y enfonce la main de manière à passer une ligature qui embrasse l'aorte, l'œsophage et le canal thoracique le plus près possible du cou; on renverse ou l'on casse ensuite les côtes du côté gauche, et l'on aperçoit le canal thoracique accolé à l'œsophage. On en détache la partie supérieure, qu'on a soin d'essuyer pour absorber le sang; on l'incise, et le chyle coule dans le vase destiné à le recueillir.

Si on se contentait d'agir ainsi, on n'en obtiendrait qu'une fort petite quantité, mais en pressant à diverses reprises la masse intestinale et le système chylifère abdominal, on en fait continuer l'écoulement quelquefois un quart d'heure.

Les anciens avaient reconnu l'existence du chyle, mais ils s'en formaient des idées peu exactes; au commencement du dix-septième siècle, on l'observa de nouveau; et comme il est blanc opaque dans certains cas, on le compara au lait : on nomma même les vaisseaux qui le contiennent *lactés*, expression tout-à-fait impropre, puisqu'il n'y a guère d'autres rapports entre le chyle et le lait que celui de la couleur.

C'est seulement de nos jours, et par les travaux de MM. Dupuytren, Vauquelin, Emmert, Marcet et Prout, que l'on a acquis des notions positives sur le chyle. Nous allons rapporter les observations faites par ces savans, en y ajoutant celles qui nous sont propres.

Si l'animal dont on extrait le chyle a mangé des substances grasses animales ou végétales, le liquide que l'on retire du canal thoracique est d'un blanc laiteux, un peu plus pesant que l'eau distillée, d'une odeur spermatique prononcée, d'une saveur salée, happant un peu à la langue, et sensiblement alcalin.

Très-peu de temps après qu'il est sorti du vaisseau qui le contenait, le chyle se prend en masse, et acquiert une consistance presque solide : il se sépare, au bout de quelque temps, en trois parties : l'une solide, qui reste au fond du vase; l'autre liquide, qui est placée au-dessus; et une troisième, qui forme une couche très-mince à la surface du liquide. En même temps le chyle prend une teinte rosée assez vive.

Quand le chyle provient d'alimens qui ne contenaient point de corps gras, il présente des propriétés semblables; mais, au lieu d'être blanc opaque, il est opalin, presque transparent : la couche qui se forme à sa superficie est moins marquée que dans la première espèce de chyle.

Jamais le chyle ne prend la couleur des substances colorantes mêlées aux alimens, comme plusieurs auteurs l'ont avancé. Hallé s'est assuré du contraire par des expériences directes; je les ai répétées, et j'ai obtenu un résultat parfaitement semblable.

Des animaux auxquels j'avais fait manger de l'indigo, du safran, de la garance, etc., m'ont fourni un chyle dont la couleur n'avait aucun rapport avec celle de ces substances.

De nouvelles expériences ont été tentées sur ce sujet par MM. Tiedemann et Gmelin, en Allemagne; Andrews, à Édimbourg; Lawrence et H. Coates, en Amérique; et les résultats se sont partout confirmés.

Des trois substances dans lesquelles se partage le chyle abandonné à lui-même, celle de la surface, de couleur blanche opaque, est un corps gras; le caillot ou la partie solide est formé de fibrine et d'un peu de matière colorante rouge; le liquide est analogue au sérum du sang (1).

---

(1) Voyez *Composition chimique du sang*.

La proportion de ces trois parties varie beaucoup suivant la nature des alimens. Il y a des chyles, tels que celui du sucre, qui ne contiennent que très-peu de fibrine; d'autres, tels que celui de chair, en contiennent davantage. Il en est de même pour la matière grasse, qui est extrêmement abondante quand les alimens contiennent de la graisse ou de l'huile, tandis qu'on en voit à peine quand les alimens sont tout-à-fait dépourvus de corps gras.

MM. Prévost et Dumas ont observé dans le chyle de lapin, de chien, de hérisson, des globules d'un trois-centième de millimètre de diamètre, fort analogues à ceux que l'on aperçoit dans le sang.

Les mêmes sels qui existent dans le sang se rencontrent aussi dans le chyle. Nous donnerons tout-à-l'heure quelques autres détails relatifs au chyle.

Appareil de l'absorption et du cours du chyle.

Cet appareil se compose, 1° des vaisseaux lymphatiques propres à l'intestin grêle, et nommés, à cause de leur usage, *chylifères;* 2° des glandes mésentériques; 3° du canal thoracique.

Le vaisseaux chylifères sont fort petits, mais très-nombreux. Ils prennent naissance par des orifices imperceptibles à la surface des villosités de la membrane muqueuse intestinale, et se prolongent jusqu'aux glandes mésentériques, dans le tissu desquelles ils se répandent.

Dans les parois et à la surface de l'intestin grêle, ces vaisseaux sont très-déliés, très-multipliés; ils communiquent fréquemment entre eux, de manière à former un réseau à mailles assez fines: disposition qui est surtout visible quand ils sont remplis d'un chyle blanc opaque. Ils grossissent et diminuent de nombre en s'éloignant de l'intestin, et finissent par former des troncs isolés qui marchent au voisinage des artères mésentériques, et quelquefois dans les intervalles qui les séparent. C'est en affectant cette forme qu'ils arrivent aux glandes mésentériques.

On appelle *glandes mésentériques* de petits corps irrégulièrement lenticulaires dont la dimension varie depuis deux ou trois lignes jusqu'à un pouce et plus. Ils sont très-nombreux, et sont placés en avant de la colonne vertébrale, entre les deux lames du péritoine qui forment le mésentère.

Leur structure est encore peu connue. Ils reçoivent, proportionnellement à leur volume, beaucoup de vaisseaux sanguins; ils sont doués d'une sensibilité assez vive. Leur parenchyme est d'une couleur rose-pâle, la consistance n'en est pas très-grande; on en extrait, en le comprimant entre les doigts, un fluide transparent, inodore, qui n'a jamais été examiné chimiquement. Il est surtout abondant au centre de ces corps. J'en ai vu une quantité remarquable dans les cadavres de suppliciés. Les vaisseaux sanguins et chylifères qui se portent dans ces glandes s'y réduisent en canaux d'une extrême ténuité, communiquant ensemble sans que l'on puisse dire comment ils s'y comportent. Ce qui est certain, c'est que les injections, poussées dans les uns ou dans les autres, traversent le tissu de la glande avec la plus grande facilité, et passent, soit dans le système veineux, soit dans le canal thoracique (1).

Il naît des glandes mésentériques un grand nombre de vaisseaux de même nature que les chylifères, mais en général plus volumineux: ce sont les *racines du canal thoracique.* Ils se dirigent vers la colonne vertébrale, en s'accolant à l'aorte, à la veine

---

(1) La facilité et la promptitude avec lesquelles une injection de mercure ou autre, poussée dans un vaisseau chylifère, passe dans les petites veines sanguines qui naissent des ganglions mésentériques, a causé l'erreur récente d'un anatomiste italien, M. Lippi. Il a pris ces veinules pour des lymphatiques, qui des glandes mésentériques se rendaient directement dans le système veineux.

cave, etc. Ils s'anastomosent fréquemment, et finissent par se terminer tous au *canal thoracique.*

On appelle ainsi un vaisseau du même genre que les précédens, mais du volume d'une plume ordinaire, qui se prolonge de la cavité abdominale, où il commence, jusqu'à la veine *sous-clavière* gauche, où il se termine. Dans son trajet, il passe entre les piliers du diaphragme, placé à côté de l'artère aorte; ensuite il s'applique sur la colonne vertébrale, jusqu'au moment où il se dirige vers la veine sous-clavière gauche. On l'a vu souvent s'ouvrir dans les deux veines sous-clavières, et quelquefois uniquement dans la droite.

A l'intérieur du canal thoracique et des vaisseaux lactés, sont des valvules disposées de manière à permettre aux fluides de se porter des vaisseaux chylifères vers la veine sous-clavière, et à empêcher tout mouvement en sens inverse. Cependant l'existence de ces véritables soupapes n'est pas constante.

Deux membranes entrent dans la composition des parois des vaisseaux chylifères et du canal thoracique : l'une interne, mince, dont les replis forment les valvules; l'autre, externe, fibreuse, dont la résistance est de beaucoup supérieure à celle qu'annoncerait son peu d'épaisseur.

Avant de passer à l'exposition des phénomènes de l'absorption et du cours du chyle, il faut faire quelques observations sur les organes qui en sont chargés.

Après douze, vingt-quatre et même trente-six heures d'abstinence absolue, les vaisseaux chylifères d'un chien contiennent en petite quantité un fluide demi-transparent, avec une teinte légèrement laiteuse, et qui d'ailleurs présente les propriétés les plus analogues au chyle. Ce fluide, qu'on ne rencontre que dans les vaisseaux lactés et dans le canal thoracique, et qui n'a jamais été analysé, paraît être un chyle qui provient de la digestion de la salive et des mucosités de l'estomac : cela semble d'autant plus probable, que les causes qui accélèrent la sécrétion de ces fluides, comme les boissons alcoholiques ou acides, augmentent sa quantité.

Quand la privation de toute nourriture s'est prolongée au-delà de trois ou quatre jours, les vaisseaux chylifères sont dans le même cas que les lymphatiques; on les trouve tantôt remplis de lymphe, tandis que d'autres fois ils sont parfaitement vides.

Il résulte de ces faits que le chyle des alimens extrait des vaisseaux chylifères est toujours mêlé soit au *chyle du mucus digestif* dont nous venons de parler, soit à la lymphe; le résultat est le même si l'on extrait le chyle du canal thoracique, car celui-ci est constamment rempli de lymphe, même après huit jours et plus d'abstinence.

Ainsi donc, la matière qui, sous le nom de *chyle*, a été examinée par les chimistes, est loin de devoir être considérée comme provenant en entier des substances alimentaires; il est évident que celles-ci n'y entrent que pour une certaine proportion.

Absorption du chyle.

Quoi qu'il en soit, il n'est pas moins certain que le chyle passe de la cavité de l'intestin grêle dans les vaisseaux chylifères. Comment se fait ce passage? Il semble, au premier aperçu, qu'il est facile de se rendre raison d'un phénomène aussi simple; mais il n'en est rien. La disposition des orifices des vaisseaux chylifères n'est point encore suffisamment connue; leur mode d'action ne l'est pas davantage; de l'ignorance naissent en foule de prétendues explications. Ainsi l'on a attribué l'absorption du chyle à la capillarité des radicules chylifères, à la compression du chyle par les parois de l'intestin grêle, etc. Dans ces derniers temps, on a prétendu qu'elle se faisait en vertu de *la sensibilité propre* des bouches absorbantes et de *la contractilité organique insensible* dont on les supposait douées. On a peine à concevoir comment des hommes d'un mérite éminent ont pu proposer ou admettre une pareille explication : quant à moi, elle me paraît l'expression pure et simple de l'ignorance où nous sommes de la nature de ce phénomène.

Un fait qu'il ne sera peut-être pas inutile d'ajouter, c'est que cette absorption continue assez long-temps après la mort. Après avoir vidé par la compression un ou plusieurs vaisseaux chylifères chez un animal récemment mort, on les voit se remplir de nouveau. On peut répéter plusieurs fois de suite cette observation; je l'ai faite souvent deux heures après la mort de l'animal.

Tout semble donc annoncer qu'il y a quelque chose de physique dans l'absorption du chyle. Cette idée acquiert une forte probabilité par les nombreuses expériences qui ont été faites récemment sur l'imbibition des tissus vivans.

En examinant avec soin la membrane muqueuse de l'intestin au moment de l'absorption du chyle, on reconnaît que chaque villosité est blanche et gonflée par le chyle : on dirait une éponge fine remplie par du lait.

Elle a quelquefois une épaisseur double de celle qu'elle aurait si l'absorption ne s'exécutait pas. Si on la presse mollement entre les doigts, on en exprime une certaine quantité de chyle; si on en met dans l'eau et qu'on l'y secoue un peu, une multitude de petites pointes apparaissent; elles sont molles, spongieuses, faciles à déchirer; ce sont elles qui sont les premiers agens de l'absorption du chyle.

La forme de ces pointes ou villosités varie beaucoup suivant l'espèce d'animal, et même suivant les individus d'une même espèce. Peut-être cela tient-il au genre de nourriture? Sur un chien dont la digestion avait fourni un chyle abondant et très-blanc, elles étaient coniques; on y apercevait distinctement à l'œil nu, mais mieux avec une loupe, plusieurs petits orifices. Les mêmes papilles d'un autre animal (oiseau) n'offrirent rien de semblable : examinées au microscope, on vit clairement des vaisseaux sanguins, très-nombreux, qui se perdaient dans une espèce de tissu cellulaire d'une finesse extrême; on n'aperçut nulle autre trace de vaisseaux. Une petite portion de la membrane interne de l'intestin grêle du chien dont nous venons de parler fut examinée avec le même microscope. Les vaisseaux sanguins y étaient moins nombreux; on apercevait de plus quelques lignes tortueuses, blanches, qui commençaient près la superficie des papilles aux petites ouvertures dont nous venons de parler, et qui allaient se rendre, en grossissant un peu, dans les vaisseaux chylifères. Sont-ce là les origines de ce genre de vaisseaux? Cela est probable.

Si les vaisseaux absorbans du chyle commencent par des orifices visibles, on peut comprendre que le chyle s'y engage, tandis qu'il n'entre pas dans les vaisseaux sanguins. Le chyle présente, avons-nous dit, des globules; or ces globules seraient trop gros pour passer à travers les simples porosités des parois vasculaires, tandis qu'ils trouveraient toutes facilités pour entrer dans les ouvertures par lesquelles commencent les vaisseaux chylifères. Mais resterait toujours la question capitale : quelle est la cause qui y fait pénétrer les globules? et c'est justement ce que nous ne savons pas.

Cours du chyle.

Nous avons déjà indiqué le trajet du chyle : il parcourt d'abord les vaisseaux chylifères, traverse ensuite les glandes mésentériques, arrive au canal thoracique, et se jette enfin dans la veine sous-clavière.

Les causes qui déterminent son mouvement sont l'élasticité propre aux vaisseaux chylifères, la cause inconnue qui en produit l'absorption, la pression des muscles abdominaux, surtout dans les mouvemens de respiration, et peut-être les battemens des artères qui se trouvent dans l'abdomen.

Si l'on veut prendre une idée juste de la vitesse avec laquelle le chyle coule dans le canal thoracique, il faut, comme je l'ai fait plusieurs fois, ouvrir ce canal, sur un animal vivant, au moment où il arrive dans la veine sous-clavière. On reconnaît alors que cette vitesse n'est pas très-grande, et qu'elle s'accroît chaque fois que l'animal comprime les viscères de l'abdomen, en faisant contracter les muscles abdominaux. On produit un effet semblable en comprimant le ventre avec la main.

Toutefois la vitesse avec laquelle circule le chyle m'a paru en rapport avec la quantité qui s'en forme dans l'intestin grêle. Cette dernière est elle-même en rapport avec la quantité de chyme : de sorte que si les alimens sont abondans et de facile digestion, le chyle devra marcher plus vite; si, au contraire, les alimens sont en petite quantité, ou, ce qui produira un effet pareil, s'ils se digèrent difficilement, comme il y aura peu de chyle formé, sa progression sera plus lente.

Il serait difficile d'apprécier exactement la quantité de chyle qui se forme pendant une digestion donnée, cependant elle doit être considérable. Sur un chien d'une taille ordinaire, mais qui a mangé à discrétion des alimens animaux, l'incision du canal thoracique au cou (l'animal étant vivant) laisse écouler d'abord au moins une demi-once de liquide en cinq minutes, et l'écoulement continue, mais beaucoup plus lentement, tant que dure la formation du chyle.

J'ignore si, dans le cours d'une même digestion, il y a des variations dans la rapidité de la marche du chyle; mais, en la supposant uniforme, on voit qu'il entrerait six onces de chyle par heure dans le système veineux. Dans l'homme, où les organes chylifères sont plus volumineux, et où la digestion se fait en général plus vite que dans le chien, on peut présumer que la proportion du chyle est plus considérable.

Le sang qui coule dans la veine sous-clavière ne peut pénétrer dans le canal thoracique, car il existe à l'orifice de celui-ci une valvule disposée de manière à prévenir cet effet. De même le chyle ne peut refluer vers le canal intestinal, à raison des valvules que présentent presque constamment le canal thoracique et les vaisseaux chylifères.

Plusieurs physiologistes pensent que le chyle subit une altération particulière en traversant les glandes du mésentère : mais les uns croient que ces corps produisent un mélange plus intime des matières composant le chyle; d'autres pensent qu'ils y ajoutent un fluide destiné à rendre le chyle plus liquide; il y en a qui soupçonnent que ces glandes, au contraire, enlèvent quelques-uns des élémens du chyle pour le purifier. La vérité est qu'on ignore l'influence des glandes mésentériques sur le chyle.

De même on a beaucoup parlé des qualités variables de ce liquide, suivant que la digestion est bonne ou mauvaise; et, suivant l'espèce d'alimens dont on a fait usage, on a attribué à la formation d'un *mauvais chyle* le dépérissement qui arrive dans certaines maladies : mais on connaît très-peu les modifications qu'éprouve le chyle dans sa composition.

On a parlé aussi de certaines parties des alimens qui, sans être altérées par les organes digestifs, passent avec le chyle dans le sang ; mais cette idée est une conjecture qu'aucune expérience positive n'appuie.

M. Marcet (1), dont la science déplore la perte, a comparé le chyle des matières animales avec celui des matières végétales. Il a trouvé que ce dernier contient trois fois plus de carbone que le chyle provenant d'alimens animaux.

Nous devons à M. le professeur Dupuytren des recherches ingénieuses, qui prouvent que le canal thoracique est la seule route par laquelle le chyle doit passer pour servir utilement à la nutrition.

On savait par une expérience de Duverney, par quelques cas d'obstruction du canal thoracique, et surtout par les expériences de Flandrin, dont nous parlerons ailleurs, on savait, dis-je, que le canal thoracique pouvait cesser de verser le chyle dans la veine où il aboutit, sans que la mort s'ensuivît. On savait, il est vrai, que, dans certains cas, la ligature du canal thoracique avait produit la mort; mais on ignorait la cause de cette diversité de résultats : les expériences de M. Dupuytren en ont donné une explication des plus satisfaisantes. Cet habile chirurgien a lié le canal

---

(1) *Annales de Chimie*, 1816.

thoracique sur plusieurs chevaux ; les uns sont morts au bout de cinq à six jours, et les autres ont conservé toutes les apparences d'une santé parfaite. Sur les animaux qui ont succombé à la ligature, il a toujours été impossible de faire passer aucune injection de la partie inférieure du canal dans la veine sous-clavière ; il est très-probable, par conséquent, que le chyle a cessé d'être versé dans le système veineux aussitôt après la ligature. Au contraire, dans les animaux qui ont survécu, il a toujours été facile de faire parvenir les injections de mercure ou d'autres substances de la portion abdominale du canal jusqu'à la veine sous-clavière. Les matières injectées suivaient le canal jusqu'au voisinage de la ligature ; là elles se détournaient pour s'engager dans des vaisseaux lymphatiques volumineux qui allaient s'ouvrir dans la veine sous-clavière. Il est donc évident que, dans ces animaux, la ligature du canal n'avait point empêché le chyle de se mêler au sang veineux.

De ce que les vaisseaux chylifères absorbent le chyle et le transportent dans le système veineux, on s'est persuadé qu'ils remplissent le même usage pour toutes les substances qui sont mêlées aux alimens, et qui, sans être digérées, passent cependant dans le sang. La plupart des auteurs disent, par exemple, que les boissons sont absorbées avec le chyle; mais, comme ils n'ont point fait d'expériences qui puissent servir de fondement à cette idée, on pouvait, par ce seul motif, la considérer comme fort douteuse. J'ai voulu savoir à quoi on devait s'en tenir sur ce point, et je me suis assuré, par des recherches sur les animaux vivans, que, dans aucun cas, les boissons ne paraissent se mêler au chyle. On peut en avoir la preuve en faisant avaler à un chien, pendant qu'il digère des alimens, une certaine quantité d'alcohol étendu d'eau. Si, une demi-heure après, on extrait son chyle de la manière que nous avons indiquée, on verra que ce liquide ne contient point d'alcohol, tandis que le sang de l'animal en exhale une odeur très-forte, et qu'on peut le retirer du sang par la distillation. On obtient des résultats semblables en faisant l'expérience avec une dissolution de camphre ou d'autres liquides odorans.

Les modifications que subissent l'absorption et le cours du chyle dans les différens âges n'ont point encore été étudiées ; on a seulement remarqué que les glandes mésentériques changent de couleur, diminuent de volume, et semblent s'oblitérer chez les vieillards. Quelques auteurs en ont conclu qu'elles ne se laissaient plus traverser par le chyle ; mais cette assertion paraît très-hasardée, et d'ailleurs n'est point appuyée de faits bien constatés.

On ignore complètement les modifications que cette fonction éprouve par le sexe, le tempérament, l'habitude, etc. On n'est pas plus instruit sur les rapports qui existent entre cette fonction et celles que nous avons déjà exposées, et celles qui nous restent à examiner (1).

DE L'ABSORPTION ET DU COURS DE LA LYMPHE.

Nous venons de voir combien il reste à faire pour avoir une connaissance exacte de l'absorption et du cours du chyle : la fonction dont nous allons faire l'histoire est encore bien moins connue. On sait, d'une manière générale, qu'elle existe, mais son utilité dans l'économie animale est à peine entrevue : son but le plus apparent est de

(1) Tous les anatomistes, depuis Hewson et Monro, reconnaissent que les oiseaux, les reptiles et les poissons ont un appareil chylifère; cependant personne, que je sache, n'a parlé du chyle de ces animaux : les chimistes et les physiologistes qui ont fait des expériences sur le chyme d'oiseaux, par exemple, ne disent rien du chyle. Si je m'en rapporte à mes dissections, les mammifères et quelques reptiles auraient seuls un système chylifère, et seuls auraient du chyle. (*Voyez* mon Mémoire sur les vaisseaux lymphatiques des oiseaux, tom. Ier de mon *Journal de Physiologie.*)

verser la lymphe dans le système veineux. On peut présumer que ce phénomène n'est qu'une circonstance de son utilité; cependant, si l'on veut rester dans les limites du positif, il est impossible d'en reconnaître d'autres en ce moment.

De la lymphe.

Rien ne prouve mieux l'imperfection de la science, relativement à la fonction qui nous occupe, que les idées des physiologistes sur la *lymphe*. Les uns donnent ce nom au sérum du sang, ceux-là aux fluides qui se voient dans les membranes séreuses, d'autres à la sérosité du tissu cellulaire, tandis que quelques-uns considèrent comme *lymphe* le fluide qui coule de certains ulcères scrophuleux, etc. Il faut réserver le nom de *lymphe* au liquide que contiennent les vaisseaux lymphatiques et le canal thoracique.

Il est d'autant plus nécessaire de fixer ainsi le sens de ce mot, qu'en admettant les autres significations on consacre comme vraie une opinion qui n'est rien moins que démontrée, savoir que les fluides des membranes séreuses, du tissu cellulaire, etc., sont absorbés par les vaisseaux lymphatiques, et transportés par ces vaisseaux dans le système veineux.

Pour se procurer de la lymphe, on peut employer deux procédés. L'un consiste à mettre à découvert un vaisseau lymphatique, à l'inciser et à recueillir le liquide qui en sort; mais cette méthode est très-difficile à exécuter, et d'ailleurs, comme les vaisseaux lymphatiques ne sont pas toujours remplis de lymphe, elle est peu sûre. L'autre procédé consiste à laisser jeûner un animal pendant quatre ou cinq jours, et à extraire, comme nous avons dit en parlant du chyle, le fluide contenu dans le canal thoracique.

Le liquide obtenu de l'une ou de l'autre manière a d'abord une couleur rosée, légèrement opaline. Il a une odeur de sperme très-prononcée; sa saveur est salée; quelquefois il présente une teinte jaunâtre décidée, et, dans d'autres cas, il présente une couleur rouge garance. J'insiste sur ces détails, car ils ont probablement induit en erreur dans les expériences faites sur l'absorption des matières colorées.

Mais la lymphe ne reste pas long-temps liquide; elle se prend en masse. Sa couleur rose devient plus foncée; il s'y développe une multitude de filamens rougeâtres, disposés en arborisations irrégulières et fort analogues, pour l'apparence, aux vaisseaux qui se répandent dans le tissu des organes.

Lorsqu'on examine avec soin la masse de lymphe coagulée, on voit qu'elle est formée de deux parties, dont l'une, solide, forme des cellules multipliées qui contiennent l'autre, qui est liquide. Si l'on sépare la partie solide, le liquide se prend de nouveau en masse.

Soumise au microscope, la lymple, extraite soit du canal thoracique, soit d'un vaisseau lymphatique, soit même d'une glande cervicale, présente une multitude de petits globules qui sont semblables à ceux du sang, mais qui sont moins abondans que dans ce dernier fluide. (*Voyez* Globules de sang.)

La quantité de lymphe recueillie d'un seul animal est peu considérable; à peine s'élève-t-elle à une once et demie sur un chien de forte taille. Il m'a semblé que sa quantité augmente à mesure que le jeûne se prolonge; je crois aussi avoir observé que sa couleur devient plus rouge quand depuis long-temps l'animal est privé d'alimens.

La partie solide de la lymphe, qui pourrait être nommée son *caillot*, a beaucoup d'analogie avec celui du sang. Il devient rouge écarlate par le contact du gaz oxigène, et rouge pourpre quand il est plongé dans l'acide carbonique.

La pesanteur spécifique de la lymphe est à celle de l'eau distillée : : 1,022,28 : 1,000,00.

J'ai prié M. Chevreul d'analyser la lymphe du chien; je lui en ai remis une quan-

tité assez considérable que je m'étais procurée d'après le procédé que j'ai indiqué plus haut, après avoir fait jeûner des chiens pendant plusieurs jours. Voici les résultats qu'a obtenus cet habile chimiste. Sur 1,000 parties, la lymphe contient :

Eau	926,4
Fibrine	004,2
Albumine	061,0
Muriate de soude	006,1
Carbonate de soude	001,8
Phosphate de chaux. *Idem* de magnésie. Carbonate de chaux.	000,5
Total	1000,0

Appareil de l'absorption et du cours de la lymphe.

Cet appareil a la plus grande analogie, pour la disposition et la structure, avec celui de l'absorption et du cours du chyle, ou plutôt, à ne les envisager que sous le rapport anatomique, ils ne forment qu'un même système. Il se compose des vaisseaux lymphatiques, des glandes ou ganglions lymphatiques, et du canal thoracique, dont nous avons déjà parlé en traitant du cours du chyle.

Les *vaisseaux lymphatiques* existent dans presque toutes les parties du corps : ils sont peu volumineux, s'anastomosent fréquemment, et ont presque partout une disposition réticulaire. Aux membres ils forment deux plans, l'un superficiel et l'autre profond. Le premier est placé dans le tissu cellulaire, entre la peau et les aponévroses d'enveloppe; en général, il accompagne les veines sous-cutanées. Quand les vaisseaux qui forment ce plan sont remplis de mercure et que l'injection a bien réussi, ils représentent un réseau qui environne de ses mailles le membre tout entier.

Le plan profond des lymphatiques des membres se voit principalement dans les intervalles des muscles, autour des nerfs et des gros vaisseaux.

Les lymphatiques superficiels et profonds se dirigent vers la partie supérieure des membres, diminuent de nombre, augmentent de volume, et s'engagent bientôt dans les glandes lymphatiques de l'aisselle, de l'aine, etc., d'où ils s'enfoncent aussitôt soit dans l'abdomen, soit dans la poitrine.

Au tronc, les vaisseaux lymphatiques forment de même deux couches, l'une sous-cutanée, l'autre placée à la face interne des parois des cavités splanchniques. Chaque viscère a aussi deux ordres de lymphatiques; les uns occupent la surface, les autres semblent naître de son parenchyme.

C'est en vain qu'on a cherché jusqu'ici ces vaisseaux dans le cerveau, la moelle épinière, leurs enveloppes, l'œil, l'oreille interne, etc.

Les vaisseaux lymphatiques du tronc et des membres aboutissent au canal thoracique; mais ceux de l'extérieur de la tête et du cou se terminent, savoir, ceux du côté droit dans un vaisseau assez volumineux, qui s'ouvre dans la veine sous-clavière droite, et ceux du côté gauche dans un vaisseau analogue, mais un peu plus petit, qui s'ouvre dans la veine sous-clavière gauche, un peu au-dessus de l'embouchure du canal thoracique.

On ignore la disposition que les lymphatiques ont à leur origine; on a fait à ce sujet beaucoup de conjectures, également dénuées de fondement. Ce qu'on peut dire de plus plausible, c'est qu'ils naissent par des racines extrêmement fines dans l'épaisseur des membranes et du tissu cellulaire, et dans le parenchyme des organes, où ils paraissent continus aux dernières ramifications artérielles. Il arrive souvent qu'une injection poussée dans une artère passe dans les lymphatiques de la partie où elle se distribue.

Dans leur trajet, les lymphatiques n'ont rien de régulier; ils augmentent et diminuent de volume, sont tantôt arrondis et cylindriques, et tantôt ils présentent un grand nombre de renflemens placés très-près les uns des autres. Leur structure ne diffère pas sensiblement de celle des vaisseaux chylifères; ils sont de même garnis de valvules.

Dans l'homme, chaque vaisseau lymphatique, avant d'arriver au système veineux, doit traverser une *glande lymphatique* (1). Ces organes, qui sont très-nombreux, et qui, pour la forme et la structure, ressemblent entièrement aux glandes mésentériques, se trouvent plus particulièrement aux aisselles, au cou, aux environs de la mâchoire inférieure, au-dessous de la peau de la nuque, aux aines, dans le bassin du voisinage des gros vaisseaux. Les vaisseaux lymphatiques se comportent à leur égard absolument comme les vaisseaux chylifères avec les glandes du mésentère.

Fonctions du système lymphatique.

Afin de nous livrer avec avantage à l'étude de cette question, il est indispensable d'examiner les idées reçues relativement à l'origine de la lymphe, et à la faculté absorbante attribuée aux radicules des vaisseaux lymphatiques. Ici nous avons besoin de beaucoup de réserve et en même temps de sévérité; car, indépendamment de la difficulté propre au sujet, nous aurons à discuter une opinion généralement admise, et appuyée des autorités les plus respectables; mais comme le seul désir de trouver la vérité nous anime, et non celui d'innover, nous espérons qu'on ne nous saura pas mauvais gré d'avoir pris ce parti.

Voyons d'abord l'origine attribuée à la lymphe. Si l'on en croit les meilleurs ouvrages, la lymphe est le résultat de l'absorption qu'exercent les radicules lymphatiques à la surface des membranes muqueuses, séreuses, synoviales, des lames du tissu cellulaire, de la peau, et même dans le parenchyme de chaque organe.

Cette manière de voir comprend deux idées distinctes; savoir: 1° que la lymphe existe dans les diverses cavités du corps; 2° que les vaisseaux lymphatiques sont doués de la faculté absorbante. De ces deux idées, la première est tout-à-fait inexacte, et l'autre mérite un examen particulier. En effet, quoiqu'il y ait de l'analogie en apparence entre les fluides qui se voient à la surface des membranes séreuses, du tissu cellulaire, des membranes synoviales, etc., et la lymphe, nous ferons voir ailleurs que ces fluides en diffèrent sous les rapports physiques et chimiques; et, comme ces divers fluides varient eux-mêmes entre eux, en admettant cette origine de la lymphe, on devrait en avoir observé de plusieurs espèces: or, jusqu'ici, la lymphe a toujours été trouvée sensiblement la même dans toutes les parties du corps.

Il est vrai que certains physiologistes, qui se complaisent dans les subtilités, font une réponse par laquelle ils prétendent lever cette difficulté; ils disent que ces fluides, au moment de leur absorption, subissent une *élaboration particulière* qui les transforme en lymphe; et la preuve qu'ils en donnent, c'est que la lymphe diffère des fluides absorbés. Cette réponse pourrait avoir quelque valeur s'il était prouvé que les fluides sont absorbés; or nous allons voir qu'on est loin d'être arrivé à une telle conséquence (2).

---

(1) Cette disposition n'existe pas dans les autres animaux qui ont des glandes lymphatiques.

(2) La logique employée dans cette circonstance est vraiment singulière. Il s'agit de savoir si les lymphatiques absorbent ou non. La question est tout entière là; et pourtant la propriété absorbante n'est pas un instant mise en doute. Après quoi on dit gravement qu'au moment où les vaisseaux absorbent, ils *élaborent* les fluides absorbés, et qu'ils les *transforment* en lymphe. Or, dans les sciences de faits, dire qu'un phénomène existe sans le prouver équivaut à ne rien dire. D'ailleurs l'expérience prouve que beaucoup de substances, telles que l'eau, l'alcohol, l'éther, le camphre, sont absorbées sans être *élaborées* ni *transformées*.

Examinons maintenant la faculté absorbante attribuée par les auteurs aux vaisseaux lymphatiques.

Les liquides introduits dans l'estomac et dans les intestins, sont absorbés avec assez de promptitude; le même effet arrive dans toutes les cavités de l'économie où les liquides sont portés : le peau et la surface muqueuse du poumon jouissent aussi d'une propriété semblable. Les anciens, qui avaient remarqué plusieurs de ces phénomènes, et qui ne connaissaient point les vaisseaux lymphatiques, croyaient que les veines étaient les agens de l'absorption : cette croyance s'est maintenue jusqu'au milieu du siècle dernier, où la connaissance de ces vaisseaux s'est beaucoup perfectionnée.

Guillaume Hunter, l'un des anatomistes qui ont le plus contribué à les faire connaître, est aussi celui qui a le plus insisté pour leur faire reconnaître la faculté absorbante. Sa doctrine a été propagée et même étendue par son frère, par ses élèves, et en général par tous ceux qui se sont occupés de l'anatomie des vaisseaux lymphatiques.

Il s'en faut beaucoup que les preuves sur lesquelles ils fondent leur doctrine aient la valeur qu'ils leur attribuent. A raison de l'importance du sujet, nous allons entrer dans quelques détails.

Pour établir que les vaisseaux lymphatiques sont absorbans et que les veines n'absorbent point, on a fait des expériences; mais, en les supposant exactes, ce qui, comme on va le voir, est loin d'être vrai, elles sont en si petit nombre, qu'il est vraiment étonnant qu'elles aient suffi pour renverser une doctrine très-anciennement admise.

De ces expériences, les unes ont été faites pour prouver directement que les vaisseaux lymphatiques absorbent, et les autres pour établir que les veines n'absorbent point. Nous nous occuperons seulement ici des premières, nous renverrons les autres à l'article de l'*Absorption des veines*.

Jean Hunter, l'un des premiers qui aient nié positivement l'absorption des veines et admis celle des lymphatiques, a fait l'expérience suivante, qui lui a paru très-probante.

Il ouvrit le bas-ventre à un chien; il vida promptement quelques portions d'intestins des matières qu'elles contenaient, en les comprimant suffisamment : il y injecta aussitôt du lait chaud, qu'il retint au moyen des ligatures. Les veines qui appartenaient à ces portions d'intestins furent vidées par plusieurs piqûres faites à leur tronc; il empêcha qu'elles ne reçussent du nouveau sang, en appliquant des ligatures aux artères qui leur correspondaient, et il remit en cet état les parties dans le bas-ventre. Il les y laissa pendant environ une demi-heure, les retira ensuite, et, les ayant examinées scrupuleusement, il trouva que les veines étaient presque désemplies, comme quand il les avait retirées pour la première fois, et qu'elles ne contenaient pas une goutte de fluide blanc, pendant que les lactés en étaient entièrement pleins (1).

L'état d'imperfection où était l'art des expériences physiologiques à l'époque où J. Hunter a fait celle-ci peut seul excuser ce célèbre anatomiste de n'avoir pas senti combien il y manque de circonstances importantes pour que l'on puisse, en la supposant exacte, en tirer quelques conséquences.

En effet, pour que cette expérience pût être de quelque utilité, il faudrait savoir si l'animal était à jeûn lorsqu'on l'a ouvert, ou s'il était dans le travail de la digestion; il aurait fallu examiner l'état des lymphatiques au commencement de l'expérience : étaient-ils ou n'étaient-ils pas pleins de chyle? quels changemens sont survenus au lait pendant son séjour dans l'intestin? enfin, sur quelles preuves établit-on

---

(1) *Anatomie des Vaisseaux absorbans*, etc., par Cruikshank, trad. par Petit-Radel.

que les lactés étaient remplis de lait à la fin de l'expérience? le fluide qui les remplissait n'était-il pas plutôt du chyle? Au reste, cette expérience a été répétée, à diverses reprises, par Flandrin, professeur à l'École vétérinaire d'Alfort, homme très-versé dans la pratique des expériences sur les animaux vivans, sans qu'il en ait obtenu aucun succès, c'est-à-dire sans qu'il ait aperçu de lait dans les vaisseaux lymphatiques. J'ai moi-même fait plusieurs fois cette expérience, et les résultats que j'ai obtenus sont parfaitement d'accord avec ceux de Flandrin, et par conséquent opposés à ceux de Hunter.

Ainsi la principale expérience où un auteur digne de foi ait dit avoir vu l'absorption d'un fluide autre que le chyle par les vaisseaux lactés paraît être, sinon illusoire, du moins insignifiante.

Les autres expériences de J. Hunter étant encore moins concluantes que celle-ci, je les passe sous silence. D'ailleurs, elles ont été infructueusement répétées par Flandrin, et elles ne m'ont pas mieux réussi (1).

J'ai cru nécessaire de faire quelques essais, afin de savoir si réellement les vaisseaux chylifères et les autres lymphatiques du canal intestinal absorbent d'autres fluides que le chyle.

J'ai d'abord constaté qu'en faisant avaler à un chien quatre onces d'eau pure, ou mêlée à une certaine quantité d'alcohol, de matière colorante, d'acide ou de sel, au bout d'environ une heure la totalité du liquide est absorbée dans le canal intestinal.

Il était évident que si ces différens liquides étaient absorbés par les vaisseaux lymphatiques des intestins, ils devaient traverser le canal thoracique; on devait donc en rencontrer une quantité plus ou moins considérable dans ce canal, en recueillant la lymphe des animaux une demi-heure ou trois quarts d'heure après l'introduction des liquides dans l'estomac.

1re expérience. Un chien a avalé quatre onces d'une décoction de rhubarbe; une demi-heure ensuite, on a extrait la lymphe du canal thoracique. Ce fluide n'a présenté aucune trace de rhubarbe; et cependant à peu près la moitié du liquide avait disparu du canal intestinal, et l'urine contenait sensiblement la matière colorante.

2e expérience. On a fait boire à un chien six onces d'une dissolution de prussiate de potasse dans l'eau; un quart d'heure après l'urine contenait, d'une manière très-apparente, le prussiate : la lymphe extraite du canal thoracique n'en présentait point.

3e expérience. Trois onces d'alcohol étendu d'eau (2) furent données à un chien; au bout d'un quart d'heure, le sang de l'animal avait une odeur d'alcohol prononcée : la lymphe n'offrait rien de semblable.

4e expérience. Le canal thoracique ayant été lié au cou sur un chien, on lui fit boire deux onces d'une décoction de noix vomique, liquide très-vénéneux pour ces animaux. L'animal mourut tout aussi promptement que si l'on avait laissé le canal thoracique intact. A l'ouverture du cadavre, on s'assura que le canal de la lymphe n'était pas double, qu'il n'avait qu'un débouché dans la veine sous-clavière gauche, et qu'il avait été bien lié.

5e expérience. On lia de même le canal thoracique à un chien, et on lui injecta deux onces de décoction de noix vomique dans le rectum : les effets furent sembla-

(1) Telle est l'aptitude de l'esprit humain à recevoir des erreurs : Hunter fait une fausse théorie sur l'une des fonctions les plus importantes de la vie, il l'étaie à peine de quelques expériences inexactes, et dans tous les cas insuffisantes; ses idées sont aussitôt généralement admises; elles sont encore défendues aujourd'hui avec une chaleur et un zèle qu'inspire rarement la vérité. Harvey, qui a fait de si belles et de si nombreuses expériences pour démontrer la circulation du sang, a combattu trente ans pour faire admettre une des belles découvertes dont s'honore l'intelligence humaine, et a passé long-temps pour un visionnaire.

(2) L'alcohol pur tue promptement les chiens.

bles à ceux qui seraient survenus si le canal n'eût point été lié, c'est-à-dire que l'animal mourut très-promptement. La disposition du canal était analogue à celui de l'expérience précédente.

6e EXPÉRIENCE. M. Delille et moi nous fîmes sur un chien qui, sept heures auparavant, avait mangé une grande quantité de viande, afin que les lymphatiques chylifères devinssent faciles à apercevoir; nous fîmes, dis-je, une incision aux parois abdominales, et nous tirâmes au dehors une anse d'intestin grêle, sur laquelle nous appliquâmes deux ligatures, à quatre décimètres l'une de l'autre. Les lymphatiques qui naissaient de cette portion d'intestin étaient très-blancs et très-apparens, à raison du chyle qui les distendait. Deux nouvelles ligatures furent placées sur chacun de ces vaisseaux, à un centimètre de distance, et nous coupâmes ces vaisseaux, entre les deux ligatures. Nous nous assurâmes en outre, par tous les moyens possibles, que l'anse d'intestin sortie de l'abdomen n'avait plus de communication avec le reste du corps par les vaisseaux lymphatiques. Cinq artères et cinq veines mésentériques se rendaient à cette portion intestinale; quatre de ces artères et autant de veines furent liées et coupées de la même manière que les lymphatiques; ensuite les deux extrémités de notre anse d'intestin furent coupées et séparées entièrement du reste de l'intestin grêle. Ainsi nous eûmes une portion d'intestin grêle longue de quatre décimètres, ne communiquant plus avec le reste du corps que par une artère et une veine mésentériques. Ces deux vaisseaux furent isolés dans une longueur de quatre travers de doigt; nous enlevâmes même la tunique celluleuse, de peur que des lymphatiques n'y fussent restés cachés. Nous injectâmes alors dans la cavité de l'anse intestinale environ deux onces de décoction de noix vomique, et une ligature fut appliquée pour s'opposer à la sortie du liquide injecté. L'anse, enveloppée d'un linge fin, fut replacée dans l'abdomen. Il était une heure précise; à une heure six minutes, les effets du poison se manifestèrent avec leur intensité ordinaire : en sorte que tout se passa comme si l'anse d'intestin eût été dans son état naturel.

M. le docteur Ségalas a fait la contre-épreuve de cette expérience; je transcris littéralement les faits suivans de son mémoire.

« 1re *Expérience.* J'ai pris une anse intestinale, que j'ai isolée des parties intestinales voisines par deux incisions; j'ai lié les artères et les veines qui s'y rendaient, avec la précaution de ne pas embrasser dans mes ligatures les vaisseaux chylifères rendus apparens par la présence du chyle; j'ai appliqué une ligature à une extrémité de l'anse intestinale, j'ai injecté dans sa cavité le poison dont je m'étais déjà servi, une dissolution aqueuse d'extrait alcoholique de noix vomique; je l'ai maintenu dans cette cavité par une seconde ligature; j'ai replacé l'anse intestinale dans le ventre, et je n'ai pas obtenu d'empoisonnement pendant une heure entière que j'ai observé l'animal. Cependant j'avais employé une demi-gros d'extrait, préparé avec soin par M. Labarraque, et éprouvé déjà par plusieurs expériences antérieures, où quelques grains de cette substance avaient suffi pour faire périr les animaux sur lesquels j'opérais, les chiens.

» A cette expérience, on peut objecter que la circulation étant interrompue dans l'anse intestinale, l'absorption a pu y être suspendue par le défaut seul de l'excitation sanguine; et qu'en conséquence le non-empoisonnement, en ce cas, ne prouve pas la non-absorption, dans l'état naturel, par les vaisseaux chylifères.

» Sans m'arrêter ici à examiner l'influence de la circulation sur l'absorption, influence qu'on ne peut du reste apprécier au juste sans déterminer antérieurement quels sont les véritables agens de l'absorption, je me bornerai à faire observer que les partisans de l'absorption par les vaisseaux lymphatiques citent plusieurs expériences analogues faites par Hunter, et dans lesquelles ce physiologiste dit avoir reconnu, après l'isolement de l'anse intestinale et la ligature des artères et des veines, le passage, dans les vaisseaux chylifères, d'une certaine quantité de lait, d'eau tiède, d'eau musquée, de dissolution d'empois coloré, etc.; et que si mon experience est rejetée à cause de la mort présumée de l'anse intestinale, les expériences sembla-

bles de Hunter doivent l'être aussi par la même raison. D'ailleurs ces expériences, qui paraissent être les plus favorables de toutes à l'absorption par les vaisseaux lymphatiques, sont susceptibles chacune d'objection particulière : on peut dire, par exemple, que le fluide blanc que Hunter a vu dans les vaisseaux chylifères un quart d'heure après avoir mis du lait dans l'anse intestinale, n'était que du chyle, préparé avec ce lait, ou du mucus intestinal, déposé antérieurement dans les radicules chylifères, dans l'espèce de tissu spongieux que constitue leur ensemble; on peut dire que les vaisseaux chylifères vides présentant, à cause de leur transparence, une couleur variable, selon celle des corps que l'on voit au travers, Hunter a pu s'en laisser imposer, et croire gratuitement à la présence, dans ces vaisseaux, de l'eau tiède, de l'eau colorée, etc.

» 2e *Expérience.* Pour éviter l'objection, assez fondée de la mort de l'anse intestinale, j'ai, sur un second chien, pris une autre anse intestinale, que j'ai de même isolée du reste du tube digestif et du système circulatoire, en laissant seulement une grosse artère pour y porter le sang. Le résultat a été le même que dans le cas précédent; il n'y a pas eu d'empoisonnement.

» Mais encore ici on peut objecter que la stase du sang veineux dans l'anse d'intestin a pu donner lieu à une sorte d'asphyxie locale qui, relativement à l'absorption, équivaut peut-être à la mort réelle; et qu'il n'est pas étonnant que cette absorption n'ait pas eu lieu.

» 3e *Expérience.* Pour répondre à cette nouvelle objection, j'ai, sur un troisième chien, pris une nouvelle anse intestinale, que j'ai disposée comme la précédente, avec cette différence que j'ai isolé la veine correspondante à l'artère conservée, et que je l'ai maintenue au dehors, après l'avoir détachée du mésentère avec les précautions convenables. Par cette veine, j'ai donné issue à l'excédant du sang veineux, et cependant le poison porté dans l'anse intestinale n'a pas agi.

» On pouvait soupçonner que quelque circonstance accidentelle ou individuelle s'était opposée à l'absorption; j'ai, pour éloigner cette idée, fait une dernière épreuve.

» 4e *Expérience.* Après avoir vainement essayé d'empoisonner un chien, comme dans le cas précédent, et avoir attendu pendant une heure entière, j'ai rétabli la circulation naturelle en déliant une veine, et l'empoisonnement a eu lieu au bout de six minutes.

» Ces résultats, qui d'ailleurs écartent l'objection que l'on prétendait tirer contre votre expérience de l'anse intestinale (1), des anastomoses entre les radicules veineuses et lymphatiques, me semblent annoncer que *l'absorption intestinale est opérée exclusivement par les veines, du moins sur la substance que j'ai employée.* »

Ces expériences ont toutes été répétées devant moi; je les ai fait varier de diverses manières, et les résultats ont toujours été les mêmes. Réunies à celles que j'ai rapportées plus haut, elles me semblent suffire pour établir positivement que les vaisseaux lymphatiques ne sont pas les seuls agens de l'absorption intestinale, et qu'elles doivent rendre au moins douteux que l'absorption de ces vaisseaux s'exerce sur d'autres substances que le chyle (2).

C'est plutôt par analogie que sur des faits positifs que l'on a admis l'absorption lymphatique dans les surfaces muqueuses génito-urinaires et pulmonaires, dans les membranes séreuses et synoviales, dans le tissu cellulaire, à la surface de la peau et dans le tissu des organes. Toutefois nous allons examiner le petit nombre de preuves sur lesquelles les auteurs se sont appuyés.

---

(1) Ces recherches m'ont été adressées, sous forme de lettre, dans mon *Journal de Physiologie*, tom. II.

(2) Ces diverses expériences ont été répétées et variées par MM. Tiedemann et Gmelin, avec des résultats tout-à-fait identiques.

Les vaisseaux lymphatiques du canal intestinal sont les seuls organes de l'absorption qui s'y opère ; donc les vaisseaux lymphatiques du reste du corps, qui présentent une disposition semblable ou très-analogue aux chylifères, doivent jouir de la même faculté : tel est le raisonnement des partisans de l'absorption par les lymphatiques; et comme il est connu que toutes les surfaces extérieures et intérieures de l'économie absorbent, on en a conclu que les vaisseaux lymphatiques étaient partout les instrumens de l'absorption.

Si la faculté absorbante des lymphatiques du canal intestinal était bien démontrée pour d'autres substances que le chyle, ce raisonnement aurait en effet beaucoup de force ; mais, comme on a vu tout-à-l'heure que rien n'est moins certain, nous ne pouvons l'admettre, et nous sommes obligés de recourir aux autres faits ou aux expériences qui, à ce qu'on croit généralement, démontrent l'absorption lymphatique.

Sur des animaux morts à la suite d'hémorrhagie pulmonaire ou abdominale, Mascagni a trouvé les lymphatiques des poumons et du péritoine remplis de sang; il en a conclu que ces vaisseaux avaient absorbé le fluide qui les remplissait : mais j'ai souvent rencontré, soit sur des animaux, soit chez l'homme, des lymphatiques distendus par du sang, dans des cas où il n'y avait aucun épanchement de ce fluide; et d'ailleurs, dans certains cas, il y a si peu de différence entre la lymphe et le sang, qu'il serait difficile de les distinguer. Ainsi le fait de Mascagni est peu important pour la question.

J. Hunter, après avoir injecté de l'eau colorée par de l'indigo dans le péritoine d'un animal, dit avoir vu les lymphatiques, peu de temps ensuite, remplis d'un liquide de couleur bleue (1); mais ce fait a été démenti par les expériences de Flandrin sur les chevaux. Cet auteur a injecté dans la plèvre et dans le péritoine, non-seulement une dissolution d'indigo dans de l'eau, mais d'autres liqueurs colorées, et jamais il ne les a vues passer dans les lymphatiques, quoique les unes et les autres aient été promptement absorbées.

Nous avons, M. Dupuytren et moi, fait plus de cent cinquante expériences, dans lesquelles nous avons soumis à l'absorption des membranes séreuses un grand nombre de fluides différens, et jamais nous ne les avons vus s'introduire dans les vaisseaux lymphatiques.

Les substances introduites ainsi dans les cavités séreuses produisent des effets très-prompts, en raison de la rapidité avec laquelle elles sont absorbées. L'opium assoupit, le vin enivre, etc. Je me suis assuré, par plusieurs expériences, que la ligature du canal thoracique ne diminue en rien la promptitude avec laquelle ces effets se manifestent.

Il est donc très-douteux que les vaisseaux lymphatiques soient les organes qui absorbent dans les cavités séreuses. Ajoutons que l'arachnoïde, la membrane de l'humeur aqueuse, l'hyaloïde, dont la disposition et la structure sont très-analogues à celles des membranes séreuses, et dans lesquelles on n'a jamais aperçu aucun vaisseau lymphatique, jouissent d'une faculté absorbante tout aussi active que celle des autres membranes du même genre.

Quand on applique une ligature fortement serrée sur un membre, la partie de celui-ci la plus éloignée du cœur se gonfle, et la sérosité s'accumule dans le tissu cellulaire. Il arrive un phénomène analogue après certaines opérations du cancer de la mamelle, où l'on a été obligé d'emporter toutes les glandes lymphatiques de l'aisselle. On a expliqué ce phénomène en disant que la ligature ou l'ablation des glandes

---

(1) M. Herbert Mayo, qui a publié un ouvrage périodique fort intéressant sur l'anatomie et la physiologie, a trouvé la cause de l'illusion de Hunter. Dans l'état ordinaire, et sans qu'un animal ait pris d'indigo, les lymphatiques chylifères prennent une teinte bleuâtre peu de temps après la mort.

de l'aisselle s'oppose à la circulation de la lymphe, et surtout à son absorption dans le tissu cellulaire. Voyons jusqu'à quel point cette explication est satisfaisante. D'abord, la lymphe est un fluide très-différent de la sérosité cellulaire ; ensuite, l'accumulation de cette sérosité ne peut-elle pas dépendre d'autres causes que de l'empêchement de l'action absorbante des lymphatiques, de la gêne de la circulation ou du cours du sang veineux, par exemple ? En outre, la soustraction des glandes de l'aisselle ne produit pas constamment l'effet dont nous venons de parler, et l'on voit fréquemment des engorgemens squirrheux, et même des désorganisations complètes des glandes de l'aisselle ou de l'aine, qui ne sont accompagnées d'aucun œdème (1).

On donne des preuves plus nombreuses de l'absorption des vaisseaux lymphatiques à la peau.

Une personne se pique le doigt en disséquant un cadavre putréfié ; deux ou trois jours après, la piqûre s'enflamme, les glandes de l'aisselle correspondantes se gonflent et deviennent douloureuses. Dans quelques circonstances assez rares, ces effets sont accompagnés d'une rougeur vive et d'une petite douleur dans tout le trajet des troncs lymphatiques du bras. On dit alors que la matière animale putréfiée a été absorbée par les lymphatiques du doigt, qu'elle est transportée par eux jusqu'aux glandes de l'aisselle, et que son passage a été partout marqué par l'irritation et l'inflammation des parties qu'elle a traversées.

Il est certain que cette explication a pour elle toutes les apparences, et je ne prétends pas nier qu'elle ne soit bonne; je veux croire même qu'un jour l'exactitude en sera reconnue : mais quand on réfléchit qu'elle est en ce moment l'une des bases de la thérapeutique, et que souvent elle décide de l'emploi de médicamens énergiques, je pense qu'on ne saurait porter trop loin le doute à son égard. Je ferai donc sur cette explication les réflexions suivantes : Dans un grand nombre de cas, on se pique avec un scalpel imprégné de matière putréfiée, sans qu'il en résulte aucun accident. Il arrive fréquemment qu'une piqûre faite avec une aiguille parfaitement nette produit exactement les phénomènes décrits ; un coup qui a légèrement contus l'extrémité du doigt amène quelquefois des effets semblables. La simple impression du froid aux pieds détermine souvent le gonflement des glandes de l'aine, et la rougeur des lymphatiques de la partie interne de la jambe et de la cuisse ; il en est de même d'une chaussure trop étroite. On peut ajouter encore qu'il est fréquent de voir les veines s'enflammer à la suite des piqûres, et même concurremment avec les lymphatiques. J'en ai vu un exemple frappant et bien malheureux sur le cadavre du professeur Leclerc. Cet estimable savant mourut des suites de l'absorption de miasmes putrides, qui se fit par une petite écorchure qu'il avait à l'un des doigts de la main droite. Les lymphatiques et les glandes de l'aisselle étaient enflammés; ces glandes avaient une couleur brunâtre, évidemment maladive; mais la membrane interne des veines du bras droit présentait des traces non équivoques d'inflammation, et les glandes lymphatiques de tout le corps offraient la même altération que celle de l'aisselle droite.

On rapporte encore comme preuve de l'absorption lymphatique plusieurs faits de pathologie. Après un coït impur, il se développe un ulcère sur le gland, et, quelques jours plus tard, les glandes de l'aine s'engorgent et deviennent douloureuses, ou bien ces mêmes glandes s'enflamment sans qu'il y ait eu précédemment d'ulcération sur la verge. Ce gonflement arrive fréquemment dans les premiers jours d'un écoulement blennorrhagique. On attribue, dans ces différens cas, l'engorgement des glandes à l'absorption du virus vénérien, qui a été pris, dit-on, par les orifices lymphatiques et transporté jusqu'aux glandes. De même parce que des glandes de

(1) Nous verrons tout-à-l'heure que l'œdème des membres dépend de l'oblitération totale ou partielle des veines.

l'aine engorgées reviennent quelquefois à leur état naturel après des frictions mercurielles sur la partie interne de la cuisse correspondante, on a conclu que le mercure est absorbé par les lymphatiques de la peau, et qu'il va traverser les glandes de l'aine. Ces différens faits sont, il est vrai, de nature à faire soupçonner l'absorption par les vaisseaux lymphatiques, mais ils ne la démontrent certainement pas. Elle ne sera jamais réellement démontrée que lorsqu'on aura trouvé dans ces vaisseaux la substance qu'on supposera avoir été absorbée; et comme on n'a jamais vu, dans les cas cités, ni le pus des ulcères vénériens et des blennorrhagies, ni le mercure dans les vaisseaux lymphatiques, il est clair qu'ils ne donnent pas une preuve démonstrative de l'absorption lymphatique. Il y a plus, quand même on rencontrerait, par la suite, soit du pus, soit de l'onguent mercuriel, ou toute autre substance administrée en friction, dans les vaisseaux dont nous parlons, il faudrait encore s'assurer si elles y ont pénétré par la voie de l'absorption; nous verrons plus bas avec quelle facilité les substances mêlées au sang passent dans le système lymphatique.

Mascagni cite une expérience qu'il fit sur lui-même et qui lui paraît des plus concluantes; je la traduis textuellement. « Ayant conservé pendant quelques heures mes pieds plongés dans l'eau, j'ai observé sur moi-même un gonflement un peu douloureux des glandes inguinales et de la transsudation d'un fluide à travers le gland. Je fus saisi ensuite d'une fluxion de la tête : un fluide âcre et salé s'écoula de mes narines. Voici comment j'explique ces phénomènes : lorsqu'une quantité extraordinaire de fluide remplissait les lymphatiques des pieds, et que les glandes inguinales en étaient gonflées, les lymphatiques du pénis s'en chargeaient plus difficilement. Les vaisseaux sanguins continuaient à séparer la même quantité de fluide; mais les vaisseaux lymphatiques ne pouvaient pas l'emporter en entier, car le mouvement de leur propre fluide était retardé : c'est pourquoi le reste du fluide sécrété transsudait à travers le gland. De même par l'absorption abondante des lymphatiques des pieds, le canal thoracique se trouvait distendu avec une grande force, les lymphatiques de la pituitaire ne pouvaient plus absorber librement les fluides déposés sur la surface; et de là coriza. » Cette expérience apprend que Mascagni eut les glandes de l'aine gonflées après avoir laissé quelque temps ses pieds dans l'eau : l'explication qui la suit est tout-à-fait hypothétique.

C'est encore l'induction seule qui a fait admettre l'absorption par les vaisseaux lymphatiques dans la profondeur des organes : aucune expérience ne vient à l'appui; et les faits que l'on donne comme preuve, tels que les métastases, la résolution des tumeurs, la diminution de volume des organes, etc., établissent bien qu'il y a une absorption intérieure, mais ils ne prouvent nullement que les vaisseaux lymphatiques l'exécutent.

Je dois enfin citer un fait qui, à mon avis, est beaucoup plus favorable à la doctrine de l'absorption par les vaisseaux lymphatiques qu'aucun de ceux que j'ai rapportés jusqu'ici : on le doit à M. Dupuytren.

Une femme qui portait une tumeur énorme à la partie supérieure interne de la cuisse, avec fluctuation, mourut à l'Hôtel-Dieu en 1810. Peu de jours avant sa mort, une inflammation s'était montrée dans le tissu cellulaire sous-cutané, à la partie interne de la tumeur.

Le lendemain, M. Dupuytren fit l'ouverture du cadavre. A peine eut-il divisé la peau qui revêtait la tumeur, qu'il vit se former des points blancs sur les lèvres de l'incision. Surpris de ce phénomène, il dissèque avec soin la peau dans une certaine étendue, et voit le tissu cellulaire sous-cutané parcouru par des lignes blanchâtres, dont quelques-unes étaient grosses comme des plumes de corbeau. C'étaient évidemment des vaisseaux lymphatiques remplis par une matière puriforme. Les glandes de l'aine auxquelles ces vaisseaux allaient se rendre étaient injectées de la même matière; les lymphatiques étaient pleins du même liquide, jusqu'aux glandes lombaires; mais ni ces glandes, ni le canal thoracique n'en présentaient aucune trace.

Il s'agit maintenant de savoir si l'on peut conclure de ce fait que les lymphatiques

ont absorbé le fluide qui les remplissait : cela est probable ; mais pour le rendre évident, il aurait fallu que l'identité du fluide que contenaient les lymphatiques et du pus qui remplissait le tissu cellulaire eût été constatée : or on s'en est tenu à l'apparence. M. Cruveilhier, qui rapporte ce fait, s'exprime ainsi : « J'ai dit que le liquide était du pus ; il en avait l'opacité, la couleur blanche, la consistance. » Or, dans de semblables circonstances, la simple apparence est si trompeuse, qu'on risque beaucoup à s'en contenter. N'a-t-on pas, en suivant cette méthode, confondu longtemps deux liquides très-différens, le lait et le chyle, par la seule raison qu'ils avaient tous deux une même apparence ? D'ailleurs, s'est-on assuré si le pus ne provenait pas des lymphatiques eux-mêmes qui auraient été enflammés, car c'est ce qui arrive quelquefois aux veines ?

Dans beaucoup de circonstances analogues au cas que je viens de citer, c'est-à-dire à la suite d'inflammations érysipélateuses avec suppuration du tissu cellulaire des membres, je n'ai aperçu aucune trace de matière purulente dans les vaisseaux lymphatiques; et d'ailleurs il n'est pas rare que l'on trouve, dans les cas de ce genre, les veines qui naissent de la partie malade remplies d'une matière très-analogue au pus (1).

En nous résumant sur la faculté absorbante des lymphatiques, nous pensons qu'il n'est pas impossible qu'elle existe, mais qu'elle est loin d'être démontrée; et, comme nous avons un grand nombre de faits qui nous paraissent établir d'une manière positive l'absorption par les radicules veineuses, nous renvoyons l'histoire des différentes absorptions à l'époque où nous traiterons du cours du sang veineux.

Les connaissances acquises aujourd'hui sur l'imbibition des tissus vivans nous permettent d'ajouter une considération nouvelle et importante à celles qui viennent d'être présentées, et qui se trouvent en grande partie dans la première édition de cet ouvrage.

Nul doute qu'une substance solide ou liquide, susceptible d'être absorbée, ne puisse s'imbiber dans les parois des vaisseaux lymphatiques, et arriver, par une action physique, à l'intérieur de ces vaisseaux; mais l'absorption ne se compose pas uniquement d'un pareil phénomène, il faut encore que la substance qui a pénétré dans la cavité des vaisseaux soit transportée dans le torrent de la circulation : or, le plus souvent les lymphatiques sont vides, ils n'offrent aucun courant qui puisse entraîner les matières qu'ils pourraient absorber. Ce défaut de courant s'opposerait seul à ce que l'on regardât le système lymphatique comme le système absorbant.

Revenons maintenant à l'origine de la lymphe, admise par les physiologistes.

Si, d'un côté, les fluides qu'on suppose absorbés par les vaisseaux lymphatiques s'éloignent de la lymphe par leurs propriétés physiques et chimiques ; si, d'un autre côté, la faculté absorbante des vaisseaux lymphatiques est un phénomène dont l'existence est fort douteuse, que penser de l'opinion reçue touchant l'origine de la lymphe ? N'est-il pas évident qu'elle a été bien légèrement admise, qu'elle réunit en sa faveur bien peu de probabilités ?

D'où vient donc le fluide qu'on rencontre dans les vaisseaux lymphatiques ? ou, en d'autres termes, quelle est l'origine, sinon véritable, du moins la plus probable, de la lymphe ?

En considérant, 1° la nature de la lymphe, qui a la plus grande analogie avec le sang, 2° la communication que l'anatomie démontre entre la terminaison des artères et les radicules des lymphatiques, 3° la facilité et la promptitude avec laquelle les

---

(1) Dans un cas observé à l'Hôtel-Dieu de Paris, on a trouvé, à la suite d'une fracture compliquée d'abcès considérable, du pus dans les veines et dans les vaisseaux lymphatiques qui naissaient du lieu malade. La présence du pus dans les lymphatiques est très-fréquente après les métro-péritonites puerpérales.

substances colorantes ou salines s'introduisent dans les vaisseaux de la lymphe (1), il devient, selon moi, très-probable que la lymphe est une partie du sang, qui, au lieu de revenir au cœur par les veines, suit la route des vaisseaux lymphatiques. Cette idée n'est pas entièrement neuve; elle se rapproche beaucoup de celle des anatomistes qui les premiers découvrirent les vaisseaux lymphatiques, et qui pensaient que ces vaisseaux étaient destinés à rapporter au cœur une partie du sérum du sang.

Cette même idée prend une probabilité plus forte quand on sait que la pléthore artificielle du système sanguin augmente beaucoup la quantité de lymphe que contient le système lymphatique. (*Voyez* les considérations générales sur la circulation du sang.)

Cette discussion sur l'origine de la lymphe a pu paraître un peu longue; mais elle était indispensable pour faire éviter les opinions fausses sur l'absorption de ce fluide.

Il est clair qu'il faut s'en former une idée tout autre que celle qui se trouve consignée dans les ouvrages de physiologie, et se borner à les considérer comme l'introduction de la lymphe dans les radicules lymphatiques. Mais quelle obscurité environne ce phénomène! On ignore sa cause, son mécanisme, la disposition des instrumens qui l'exécutent, et jusqu'aux circonstances dans lesquelles il a lieu. En effet, comme nous le dirons tout-à-l'heure, il paraît que c'est seulement dans des cas particuliers que les lymphatiques contiennent de la lymphe.

Cette obscurité n'a rien qui doive nous surprendre; nous avons déjà vu et nous aurons encore plus d'une fois l'occasion de voir qu'elle règne sur tous les phénomènes de la vie auxquels on ne peut appliquer les lois de la physique, de la chimie ou de la mécanique, par conséquent sur tous ceux qui se rapportent aux actions vitales et à la nutrition.

Cours de la lymphe.

Nous n'avons que peu de mots à dire sur le cours de la lymphe; les auteurs en font à peine mention, encore est-ce d'une manière très-vague, et nos observations sur ce sujet sont loin d'avoir été assez multipliées. Ce serait un sujet de recherches bien intéressant et tout-à-fait neuf.

D'après la disposition générale de l'appareil lymphatique, la terminaison du canal thoracique et des troncs cervicaux aux veines sous-clavières, la forme de l'arrangement des valvules, on ne peut douter que la lymphe ne coule des diverses parties du corps d'où naissent les lymphatiques, vers le système veineux; mais les phénomènes particuliers de ce mouvement, ses causes, ses variations, etc., n'ont point été jusqu'ici étudiés.

Voici le peu de remarques que j'ai été à même de faire à cet égard.

A. Sur l'homme et les animaux vivans, il est très-rare que les lymphatiques des membres, de la tête et du cou contiennent de la lymphe; seulement leur surface inférieure paraît lubrifiée par un fluide très-ténu. Dans certains cas, cependant, la lymphe s'arrête dans un ou plusieurs de ces vaisseaux, les distend, et leur donne un aspect fort analogue aux veines variqueuses, à l'exception de la couleur. M. Sœmmering en a vu plusieurs dans cet état sur le dos du pied d'une femme, et j'ai eu occasion d'en observer un autour de la couronne du gland.

On trouve plus fréquemment sur des chiens, des chats, et autres animaux vivans, des vaisseaux lymphatiques pleins de lymphe à la surface du foie, de la vésicule du fiel, de la veine cave du tronc, de la veine porte, dans le bassin et sur les côtés de la colonne vertébrale.

Les troncs cervicaux sont aussi assez souvent remplis de lymphe; cependant il est

---

(1) J'ai constaté ce fait par des expériences directes dont je rendrai compte plus bas.

loin d'être rare qu'ils en soient entièrement privés. Quant au canal thoracique, je ne l'ai jamais rencontré vide, même quand les vaisseaux lymphatiques du reste du corps étaient dans l'état de vacuité le plus parfait.

B. Pourquoi ces variétés dans la présence de lymphe dans les vaisseaux lymphatiques ? pourquoi ceux de l'abdomen en contiennent-ils plus souvent que les autres ? et pourquoi le canal thoracique en contient-il constamment ? Je crois impossible de répondre maintenant à aucune de ces questions. Le seul fait que je crois avoir observé, mais que je ne voudrais pas garantir, c'est que la lymphe se trouve plus fréquemment dans les troncs lymphatiques du cou quand les animaux sont depuis long-temps privés de toute espèce d'alimens et de boissons.

C. A mesure que l'abstinence se prolonge chez un chien, la lymphe devient de plus en plus rouge. J'en ai vu qui avait presque la couleur du sang sur des chiens qui avaient jeûné huit jours et plus. Il m'a paru aussi que dans ces cas sa quantité est plus considérable.

D. La lymphe paraît marcher lentement dans ses vaisseaux. Quand on les pique sur l'homme vivant (je n'ai eu l'occasion de le faire qu'une seule fois), la lymphe ne s'écoule que lentement et sans former de jet. M. Sœmmering avait déjà fait une observation semblable.

Quand les troncs lymphatiques du cou sont remplis de lymphe, on peut aisément les isoler dans une étendue de plus d'un pouce. On peut observer alors que le liquide qui les remplit n'y coule que très-doucement. Si on les comprime de manière à faire passer la lymphe qui les distend dans la veine sous-clavière, il faut quelquefois plus d'une demi-heure avant qu'ils se remplissent de nouveau, et souvent ils restent vides.

E. Toutefois les vaisseaux lymphatiques ont la propriété de revenir sur eux-mêmes par l'effet de l'élasticité de leurs parois; ils se vident souvent d'eux-mêmes quand ils sont exposés à l'air. Il est probable que c'est parce qu'ils se sont contractés qu'on les trouve presque toujours vides, sans en excepter le canal thoracique, sur les animaux récemment morts. Cette faculté est sans doute l'une des causes qui déterminent la lymphe à s'introduire dans le système veineux. La pression que les lymphatiques supportent par l'effet de la contractilité du tissu de la peau et des autres organes, de la contraction musculaire, du battement des artères, etc., doit être pour quelque chose dans le cours de la lymphe. Cela paraît évident pour les lymphatiques contenus dans la cavité abdominale.

F. On ignore complètement l'usage des glandes lymphatiques, et c'est sans doute pourquoi elles ont été l'objet de beaucoup d'hypothèses. Malpighi les regardait comme autant de *petits cœurs,* qui donnaient à la lymphe son mouvement progressif; d'autres auteurs ont avancé qu'elles servaient à *affermir les divisions* des vaisseaux lymphatiques, à *s'imbiber,* comme des *éponges,* des humeurs *superflues,* à *fournir aux nerfs un suc nourrissant,* à *former la graisse,* etc.; enfin, chacun a donné un libre essor à son imagination (1).

Nous n'en dirons pas davantage sur le cours de la lymphe; on voit combien il reste à faire pour éclaircir ce phénomène, et en général pour connaître tous ceux qui se rapportent aux fonctions du système lymphatique et à son utilité dans l'économie animale.

Si nos connaissances positives sur ce sujet sont aussi bornées, quelle confiance peut-on accorder aux théories médicales dans lesquelles on parle de l'*épaississement* de la lymphe, de l'*obstruction,* de l'*embarras* des glandes lymphatiques, du *défaut d'action*

(1) J'omets à dessein de parler du *mouvement rétrograde* des fluides dans les vaisseaux lymphatiques; ce qu'ont dit Darwin et autres sur ce sujet paraît imaginaire. Il ne peut y avoir de mouvement rétrograde que par l'effet des anastomoses, et alors ce mouvement n'a rien que de très-simple.

des bouches absorbantes lymphatiques, cause principale des hydropisies, etc.? et comment se décider à administrer des remèdes quelquefois violens d'après des idées de ce genre?

Les changemens de structure et de volume qui arrivent aux glandes lymphatiques par les progrès de l'âge, doivent faire présumer que l'action du système lymphatique éprouve des modifications aux différentes époques de la vie; mais rien de positif n'est connu sous ce rapport.

COURS DU SANG VEINEUX.

Transporter le sang veineux de toutes les parties du corps aux poumons, tel est le but de la fonction que nous allons étudier. En outre, les organes qui l'exécutent sont en même temps les agens principaux de l'absorption qui s'exerce, soit à l'extérieur, soit à l'intérieur du corps (l'absorption du chyle et celle qui se fait à la surface aérienne du poumon exceptées).

Du sang veineux.

On donne ce nom au liquide qui est contenu dans les veines, le côté droit du cœur et l'artère pulmonaire, organes qui, par leur réunion, forment l'appareil propre au cours du sang veineux.

Ce liquide est d'une couleur rouge-brun, assez foncée pour qu'on lui ait appliqué l'épithète inexacte de *sang noir:* dans quelques cas, sa couleur est moins foncée, et peut même être écarlate. Son odeur est fade, *et sui generis ;* sa saveur est aussi particulière, et laisse cependant reconnaître qu'il contient des sels, et principalement le chlorure de sodium. Sa pesanteur spécifique est un peu plus grande que celle de l'eau. Haller l'a trouvée, terme moyen, :: 1,0527 : 1,0000. Sa capacité pour le calorique peut être exprimée par 934, celle du sang artériel étant 921. Sa température moyenne est de 31 degrés de Réaumur.

Vu au miscroscope dans le moment où il se meut dans les vaisseaux, le sang veineux présente un nombre infini de petits globules, dont les dimensions, la forme et la structure ont été examinées avec soin par MM. Prévôt et Dumas. (*Voyez* sang artériel).

Le sang veineux, extrait des vaisseaux qui lui sont propres, et abandonné à lui-même, forme, au bout de quelques instans, une masse molle. Peu à peu cette masse se sépare spontanément en deux parties : l'une liquide, jaunâtre, transparente, appelée *sérum;* l'autre molle, presque solide, d'un brun rougeâtre foncé, entièrement opaque ; c'est le *cruor* réuni au *caillot.* Celui-ci occupe le fond du vase, le sérum est placé au-dessus. Quelquefois il se forme à la superficie du sérum une couche mince, molle, rougeâtre, à laquelle on a donné fort improprement le nom de *couenne* ou *croûte du sang.*

Dans l'instant où il se coagule, le sang laisse dégager quelques petites bulles de gaz qui, pour arriver à la superficie, se creusent un petit canal à travers le caillot. Ce phénomène est beaucoup plus apparent dans le vide.

Cette séparation spontanée des élémens du sang n'a lieu promptement qu'autant qu'il est en repos. Si on l'agite, il reste liquide et conserve beaucoup plus long-temps son homogénéité.

Mis en contact avec le gaz oxigène ou l'air atmosphérique, le sang veineux prend une teinte rouge vermeille; avec l'ammoniaque, il devient rouge cerise ; avec l'azote, rouge brun, plus foncé, etc. (1): en changeant de couleur, il absorbe une quantité

(1) *Voyez*, pour les changemens de couleur que subit le sang veineux avec les autres gaz, le tome III de la *Chimie* de M. Thénard, page 513.

assez considérable de ces différens gaz ; conservé quelque temps sous une cloche placée sur le mercure, il exhale une assez grande quantité d'acide carbonique.

Le sérum est un liquide transparent, légèrement jaunâtre, ce qu'il doit à une matière colorante; son odeur et sa saveur rappellent l'odeur et la saveur du sang, son alcalinité est très-prononcée. A 70° il se prend en masse comme l'albumine; il forme, en se coagulant, de nombreuses cellules qui contiennent une matière très-analogue au mucus. Il conserve encore sa propriété de se coaguler en une seule masse, bien qu'il soit étendu d'une grande quantité d'eau. D'après M. Brande, le sérum serait de l'albumine liquide presque pure unie à la soude, qui la maintiendrait liquide. Par suite tout réactif qui enlèverait la soude au sérum produirait sa coagulation, et par l'action de la chaleur la soude transformerait une partie de l'albumine en mucus. L'action de la pile galvanique coagule le sérum et y développe des globules qui ont beaucoup d'analogie avec ceux du sang.

D'après M. Berzélius, 1000 parties de sérum de sang humain contiennent :

Eau.			903,0
Albumine.			80,0
Substances solubles dans l'alcohol.	Lactate de soude et matière extractive.	4	10,0
	Muriate de soude et de potasse.	6	
Substances solubles dans l'eau.	Soude et matière animale, phosphate de soude.	4	7,0
	Perte.	3	
Total.			1000,0

M. Le Canu, qui s'est occupé plus récemment de l'analyse du sang, donne au sérum une composition un peu différente et y signale deux matières grasses, dont l'une est cristallisable et l'autre huileuse.

Analyse du sérum d'après M. Le Canu.

	1re Analyse.	2e Analyse.
Eau.	906,00	901,00
Albumine.	78,00	81,20
Matières organiques solubles dans l'eau et l'alcohol.	1,69	2,05
Albumine combinée à la soude.	2,10	2,55
Matière grasse cristallisable	1,20	2,10
Matière huileuse.	1,00	1,30
Chlorure de sodium. / ——— de potassium.	6,00	5,32
Sous-carbonate. / Phosphate. / Sulfate.	2,10	2,00
Sous-carbonate de chaux. / —— de magnésie. / Phosphate de chaux. / —— de magnésie. / —— de fer.	0,91	0,87
Perte.	1,00	1,61
Total.	1000,00	1000,00

Quelquefois le sérum présente une teinte blanchâtre, comme laiteuse; ce qui a pu

faire croire qu'il contenait du chyle : la matière qui lui donne cette apparence paraît être de la graisse (1).

Le caillot du sang est essentiellement formé de fibrine et de matière colorante.

Séparée de la matière colorante, la fibrine est solide, blanchâtre, insipide, inodore, plus pesante que l'eau, sans action sur les couleurs végétales; élastique quand elle est humide, elle devient cassante par la dessiccation.

Elle fournit, à la distillation, beaucoup de carbonate d'ammoniaque, etc., et un charbon très-volumineux, dont la cendre contient une grande quantité de phosphate de chaux, un peu de phosphate de magnésie, de carbonate de chaux et de carbonate de soude. Cent parties de fibrine sont composées de :

Carbone	53,360
Oxigène	19,685
Hydrogène	7,021
Azote	19,934
Total	100,00

La matière colorante est soluble dans l'eau et dans le sérum du sang; desséchée et calcinée ensuite au contact de l'air, elle se fond, se boursouffle, brûle avec flamme, et donne un charbon qu'on ne peut réduire en cendre qu'avec une extrême difficulté. Ce charbon, pendant sa combustion, laisse dégager du gaz ammoniac, et fournit la centième partie de son poids d'une cendre composée d'environ :

Oxide de fer	55,0
Phosphate de chaux et trace de phosphate de magnésie	8,5
Chaux pure	17,5
Acide carbonique	19,5

Il est important de remarquer que dans aucune des parties du sang on ne trouve de gélatine ni de phosphate de fer, comme on l'avait cru d'abord.

Les rapports respectifs de quantité du sérum et du caillot, ceux de la matière colorante et de la fibrine, n'ont point encore été examinés avec tout le soin désirable. D'après ce qu'on verra par la suite, il est à présumer qu'ils sont variables suivant une infinité de circonstances.

M. Le Canu, dans son estimable travail déjà cité, d'après vingt-deux expériences comparatives faites sur des personnes d'âge, de sexe et de tempérament différent, donne les résultats suivans :

Sur 1000 parties de sang.	Fibrine sèche.	Fibrine humide.
Maximum	7,235	28,940
Minimum	1,360	5,440

(1) Le docteur Hewart Traill a analysé le sérum du sang d'un individu qui avait une hépatite aiguë; il a trouvé, sur cent grains de ce sérum :

Eau	78,9
Albumine	15,7
Huile	4,5
Sels	0,9

Ces sels étaient 9,7 de muriates et 0,2 de lactates; ce sérum était de couleur d'eau de gruau, et ressemblait à une émulsion.

On voit par conséquent combien la proportion de cet élément peut varier.

La coagulation du sang a été tour à tour attribuée à son refroidissement, au contact de l'air, à l'état de repos, etc.; mais J. Hunter et Hewson ont démontré, par des expériences, qu'on ne pouvait rapporter ce phénomène à aucune de ces causes. Hewson prit du sang frais, et le fit geler en l'exposant à une basse température. Il le fit ensuite dégeler : le sang se montra d'abord fluide, et peu de temps après il se coagula comme à l'ordinaire. J. Hunter a fait une expérience analogue, avec un semblable résultat. Ainsi ce n'est point parce qu'il se refroidit que le sang se coagule. Il paraît même qu'une température un peu élevée est favorable à sa coagulation. L'expérience a aussi constaté que le sang se prend en masse, privé du contact de l'air et agité; cependant, en général, le repos et le contact de l'air favorisent sa coagulation.

Mais loin de rapporter la coagulation du sang à aucune influence physique, il faut au contraire la considérer comme essentiellement vitale, c'est-à-dire comme donnant une preuve démonstrative que le sang est doué de la vie. Nous verrons bientôt de quelle importance est, dans plusieurs phénomènes de nutrition, la propriété qu'ont le sang et d'autres liquides de se coaguler.

Pour prendre une idée plus précise de la coagulation du sang veineux, j'ai placé au foyer d'un microscope composé une goutte de ce fluide. Tant qu'il a été liquide, il s'est montré comme une masse rouge; mais dès qu'il a commencé à se coaguler, les bords sont devenus transparens et granuleux; la partie solide, presque opaque, a formé un nombre infini de petites mailles ou cellules, qui contenaient la partie liquide, beaucoup plus transparente : c'est cette disposition qui donnait au bord de la goutte de sang l'aspect granuleux. Peu à peu les mailles se sont agrandies par la rétraction des parties solides; dans plusieurs endroits elles ont disparu entièrement, et il n'est plus resté, entre la circonférence extérieure de la goutte de sang et le bord du caillot central, que des arborisations tout-à-fait analogues à celles que nous avons décrites dans la lymphe. Leurs divisions communiquaient entre elles à la manière des vaisseaux ou des nervures des feuilles. Ces observations doivent être faites à la lumière diffuse ou artificielle, car la lumière directe du soleil produit un dessèchement sans coagulation.

Dans beaucoup de circonstances le sang se coagule quoique contenu dans les vaisseaux qui lui sont propres ; mais, en général, ce phénomène appartient à l'état de maladie.

Quelques auteurs avaient cru remarquer que le sang en se coagulant devenait plus chaud ; mais J. Hunter, et tout récemment M. J. Davy, ont prouvé qu'il n'y avait point élévation de température.

A l'époque où l'on s'occupait beaucoup en France du galvanisme, on a avancé qu'en prenant une portion de caillot récemment formé, et en le soumettant à un courant galvanique, on le voyait se contracter à la manière des fibres musculaires : j'ai plusieurs fois essayé de produire cet effet, en soumettant des portions de caillot, au moment même de leur formation, à l'action de la pile. Je n'ai jamais rien vu de semblable. J'ai varié ces essais de diverses manières, et je n'ai pas été plus heureux. Tout récemment, j'ai répété cette expérience avec M. Biot : le résultat a été le même.

Le caillot du sang veineux soumis à l'analyse par M. Le Canu a donné à ce chimiste le résultat suivant :

Analyse du caillot.

	1re Analyse.	2e Analyse.
Eau.	780,145	785,590
Fibrine.	2,100	3,565
Albumine	65,090	69,415
Matière colorante.	133,000	119,626
Total.	980,335	978,196

Report.	980,335	978,196
Matière grasse cristallisable.	2,430	4,300
Matière huileuse.	1,310	2,270
Matières extractives solubles dans l'alcohol et dans l'eau.	1,790	1,920
Albumine combinée à la soude.	1,265	2,010
Chlorure de sodium. ——— de potassium. Sous-carbonates. Phosphate. Sulfate.	8,370	7,304
Sous-carbonate de chaux. ——— de magnésie. Phosphate de chaux. ——— de magnésie. ——— de fer. Per-oxide de fer.	2,100	1,414
Perte.	2,400	2,586
Total.	1000,000	1000,000

L'analyse du sang veineux, telle que nous venons de l'indiquer, fait connaître les élémens propres de ce liquide ; mais, comme toutes les matières qui existent dans le canal intestinal, les membranes séreuses, le tissu cellulaire, etc., se mêlent au sang veineux ; il en résulte que la composition de ce liquide doit varier à raison des matières absorbées. On y trouvera, dans diverses circonstances, de l'alcohol, de l'éther, du camphre, des sels qu'il ne contient pas habituellement, etc., lorsque ces substances auront été soumises à l'absorption dans une partie quelconque du corps.

La plus ou moins grande promptitude avec laquelle le sang se prend en masse, la solidité du caillot, la séparation du sérum, la formation d'une couche albumineuse à sa surface, la température particulière de ce liquide, soit dans les vaisseaux, soit hors des vaisseaux, etc., sont autant de phénomènes que nous examinerons à l'article du sang artériel.

Appareil du cours du sang veineux.

Cet appareil se compose : 1° des veines ; 2° de l'oreillette et du ventricule droits du cœur ; 3° de l'artère pulmonaire.

Des veines.

La disposition des veines dans le tissu des organes échappe aux sens. Lorsque l'on commence à les apercevoir, elles se présentent sous la forme d'un nombre infini de petits canaux, d'une excessive ténuité, communiquant très-fréquemment entre eux, et formant une sorte de lacet à mailles très-fines ; bientôt les veines augmentent de volume, tout en conservant la disposition réticulaire. Elles arrivent de cette manière à former des vaisseaux, dont la capacité, la forme et la disposition varient suivant chaque tissu, et même suivant chaque organe.

Quelques organes paraissent presque entièrement formés par des radicules veineuses : tels sont la rate, les corps caverneux de la verge, le clitoris, le mamelon, l'urètre, le gland, etc. Quand on pousse une injection dans l'une des veines qui sortent de ces divers tissus, ils se remplissent entièrement de la matière injectée ; ce qui n'arrive point, ou rarement, quand l'injection est poussée par les artères. L'incision des mêmes parties sur l'homme ou sur les animaux vivans en fait sortir un sang qui a toutes les apparences du sang veineux (1).

(1) La communication du tissu caverneux de la verge avec les veines se fait par des ouvertures de deux ou trois millimètres de diamètre.

Les racines des veines sont continues avec les artères et les vaisseaux lymphatiques; l'anatomie ne laisse aucun doute à cet égard ; d'autres radicules, dont la disposition est moins connue , paraissent ouvertes aux différentes surfaces des membranes du tissu cellulaire , et même dans le parenchyme des organes.

M. Ribes, ayant poussé du mercure dans l'une des branches de la veine porte, a vu les villosités de la membrane muqueuse intestinale se remplir de métal, et celui-ci se répandre dans la cavité de l'intestin. En poussant de l'air dans les veines des troncs vers les racines et en forçant la résistance des valvules (ce qui est très-facile sur les cadavres qui ont éprouvé un commencement de putréfaction), le même anatomiste a toujours vu l'air s'épancher avec la plus grande facilité dans le tissu cellulaire, quoique aucune rupture sensible des parois veineuses n'ait eu lieu. J'ai fait des remarques semblables en poussant de l'air ou d'autres fluides dans les veines du cœur. Ces faits , qui sont postérieurs à mes expériences sur l'absorption des veines dont je parlerai bientôt, s'accordent parfaitement avec elles.

Les veines du cerveau l'environnent de toutes parts, forment en grande partie la pie-mère, pénètrent dans les ventricules , où elles contribuent à former les *plexus choroïdes* et la *toile choroïdienne.* Celles du testicule représentent un lacis très-fin, qui recouvre les vaisseaux spermifères; celles des reins sont courtes et volumineuses , etc.

En abandonnant les organes pour se porter vers le cœur, les veines affectent encore des dispositions très-différentes. Au cerveau , elles sont logées entre les lames de la dure-mère, protégées par elle , et portent le nom de *sinus.* Au cordon spermatique, elles sont flexueuses, s'anastomosent fréquemment et forment le corps *pampiniforme.* Autour du vagin, elles constituent le corps *rétiforme.* A l'utérus , elles sont très-volumineuses et offrent de fréquentes flexuosités. Dans les membres, à la tête et au cou, on peut les distinguer en *profondes* , qui accompagnent les artères, et en *superficielles* , qui sont placées immédiatement au-dessous de la peau, au milieu des troncs lymphatiques qui s'y trouvent.

A mesure que les veines s'éloignent des organes et se rapprochent du cœur, elles diminuent de nombre et augmentent de volume, de telle manière que toutes les veines du corps, qui sont innombrables, se terminent à l'oreillette droite du cœur par trois troncs, la veine cave inférieure , la supérieure, et la veine coronaire.

J'ai dit que les petites veines communiquent ensemble par des anastomoses fréquentes: cette disposition existe aussi dans les grosses veines et dans les troncs veineux: Les troncs superficiels des membres communiquent avec les veines profondes, les veines de l'extérieur de la tête avec celles de l'intérieur, les jugulaires externes avec les internes, la veine cave supérieure avec l'inférieure, etc. Ces anastomoses sont avantageuses au cours du sang dans ces vaisseaux.

Beaucoup de veines présentent dans leur cavité des replis de forme parabolique, nommés *valvules.* Ces replis ont deux faces libres et deux bords, dont l'un est adhérent aux parois de la veine, tandis que l'autre est flottant : le premier est plus éloigné du cœur, l'autre en est plus rapproché.

Le nombre des valvules n'est pas partout le même. En général, elles sont plus multipliées là où le sang marche contre sa propre pesanteur, où les veines sont très-extensibles et n'ont qu'une faible pression à supporter de la part des parties circonvoisines : elles manquent au contraire dans les parties où les veines exposées à une pression habituelle qui favorise le mouvement du sang, et dans celles qui sont contenues dans les canaux non extensibles; on en trouve rarement dans les veines qui ont moins d'une ligne de diamètre. Tantôt la largeur des valvules est assez grande pour oblitérer complètement le canal que la veine représente, et d'autres fois elles ont évidemment trop peu d'étendue pour produire cet effet. Tous les anatomistes avaient pensé que cette disposition dépend de l'organisation primitive; mais Bichat a cru reconnaître qu'elle tient uniquement à l'état de resserrement ou de dilatation des veines au moment de la mort.

J'ai voulu m'assurer par moi-même de l'exactitude de l'idée de Bichat, et j'avoue qu'il m'est impossible de la partager. Je n'ai point vu que la distension des veines influât sur la grandeur des valvules : il m'a semblé au contraire qu'elle reste toujours la même; mais la forme change par l'état de resserrement ou de dilatation, et c'est probablement ce qui en aura imposé à Bichat.

Trois membranes superposées forment les parois des veines. La plus extérieure est celluleuse, mais très-difficile à rompre. Si l'on en croit les ouvrages d'anatomie, celle qui vient ensuite est formée de fibres disposées parallèlement selon la longueur du vaisseau, et d'autant plus faciles à apercevoir que la veine est plus grosse, et plus resserrée sur elle-même. J'ai cherché vainement à voir les fibres de la membrane moyenne des veines : j'y ai toujours observé des filamens excessivement nombreux, entrelacés dans toutes les directions et qui prennent l'apparence de fibres longitudinales quand la veine est plissée selon sa longueur, disposition qui se voit souvent dans les grosses veines.

Les veines sous-cutanées des membres dont les parois sont très-épaisses sont celles où l'on peut le plus facilement étudier la disposition de cette membrane.

On ignore la nature chimique de la couche fibreuse des veines : d'après quelques essais je soupçonne qu'elle est fibrineuse. Elle est extensible, assez résistante; elle ne présente d'ailleurs aucune propriété, sur l'animal vivant, qui puisse la faire rapprocher des fibres musculaires. Irritée avec la pointe d'un scalpel, soumise à un courant galvanique, etc., elle ne présente point de contraction sensible (1).

La troisième membrane des veines, ou la tunique interne, est extrêmement mince et fort lisse par la face qui est en contact avec le sang. Elle est très-souple, très-extensible, et cependant elle présente une résistance considérable; elle supporte, par exemple, sans se rompre, la pression d'une ligature fortement serrée.

Quelques veines, telles que celles des sinus cérébraux, les canaux veineux des os, les veines sus-hépatiques, ont seulement leurs parois formées par cette membrane, et sont presque entièrement dépourvues des deux autres.

Les trois tuniques réunies forment un tissu très-élastique. Quel que soit le sens selon lequel on alonge une veine, elle reprend promptement sa forme et ses dimensions premières, et je ne sais sur quel fondement Bichat a avancé qu'elles étaient dépourvues d'élasticité : rien n'est plus aisé que de s'assurer qu'elles possèdent cette propriété physique à un degré éminent.

Une autre propriété physique qu'offrent à un haut degré les parois des veines, est celle de l'imbibition : elles se comportent à cet égard, après la mort et durant la vie, comme des éponges à cellules très-fines, et se remplissent de tous les liquides mis en contact avec elles.

Un assez grand nombre de petites artères, de veinules, et quelques filamens du grand sympathique, se répandent dans les veines; aussi sont-elles loin d'être toujours étrangères aux désordres maladifs qui surviennent dans l'économie animale. Quelquefois elles paraissent affectées d'inflammation.

Des cavités droites du cœur.

Le cœur est trop connu pour qu'il soit nécessaire d'insister sur sa forme et sur sa structure, j'en rappellerai seulement les circonstances principales. Dans l'homme, les mammifères et les oiseaux, il est formé de quatre cavités, deux supérieures ou *oreillettes*, et deux inférieures ou *ventricules*. L'oreillette et le ventricule gauches appar-

(1) Malgré ces faits, que chacun peut aisément vérifier, certaines personnes soutiennent que les veines ne sont pas seulement élastiques, mais qu'elles sont encore contractiles d'une autre manière : cette dernière propriété des veines me paraît une chimère.

tiennent à l'appareil du cours du sang artériel; l'oreillette et le ventricule droits font partie de celui du sang veineux.

Il serait difficile de dire quelle est la forme de l'oreillette droite : son plus grand diamètre est transversal; sa cavité, dont les dimensions sont sujettes à de grandes variations, présente en arrière l'ouverture des deux veines caves et celle de la veine coronaire : en dedans, elle offre un petit enfoncement nommé *fosse ovale*, qui indique le lieu qu'occupait dans le fœtus le trou Botal. En bas, l'oreillette présente une large ouverture qui conduit dans le ventricule droit. La surface interne de l'oreillette présente ses *colonnes charnues*, c'est-à-dire un nombre infini de prolongemens arrondis ou aplatis, entrecroisés dans tous les sens de manière à présenter une sorte de tissu aréolaire ou spongieux, répandu à la face interne de l'oreillette, y formant une couche plus ou moins épaisse.

A l'endroit où la veine cave inférieure se joint à l'oreillette, il existe quelquefois un repli de la membrane interne appelé *valvule d'Eustache.*

La face externe et antérieure du ventricule droit est très-voisine du sternum, et s'y applique même lorsque le sang distend sa cavité. Nous verrons tout-à-l'heure l'importance de cette remarque.

Le ventricule droit a une cavité plus spacieuse et des parois plus épaisses que l'oreillette, il a la forme d'un prisme triangulaire, dont la base correspond à l'oreillette et à l'artère pulmonaire, et le sommet à la pointe du cœur; toute sa surface est couverte de saillies alongées et arrondies, qui sont aussi nommées *colonnes charnues :* la disposition en est fort irrégulière. Comme celles de l'oreillette, elles forment un tissu réticulaire ou caverneux dans toute l'étendue du ventricule, et particulièrement vers la pointe.

Les colonnes du ventricule, étant généralement plus grosses que celles de l'oreillette, donnent aussi lieu à un réseau dont les mailles sont moins fines. Quelques-unes, nées de la surface des ventricules, se terminent en formant un ou plusieurs tendons, qui vont s'attacher au bord libre de la valvule *tricuspide,* placée à l'ouverture par laquelle l'oreillette et le ventricule communiquent ensemble.

A côté, et un peu à gauche de celle-ci, est l'orifice de l'artère pulmonaire.

Les parois de l'oreillette et du ventricule sont formées de trois couches : l'une, extérieure, de nature séreuse; l'autre, interne, analogue à la membrane interne des veines; et la moyenne, de nature musculaire, essentiellement contractile. Cette couche, peu épaisse à l'oreillette, l'est bien davantage au ventricule.

Les fibres innombrables qui la composent ont un arrangement très-difficile à démêler. Beaucoup d'auteurs très-recommandables et ont fait l'objet de travaux assidus; mais, malgré leur patience et leur adresse, la disposition de ces fibres n'est pas encore bien connue : heureusement qu'il n'est pas nécessaire d'en avoir une idée exacte pour comprendre l'action de l'oreillette et celle du ventricule.

Le cœur a des artères, des veines et des vaisseaux lymphatiques ; ses nerfs viennent du grand sympathique, et se répandent, soit dans les parois des artères, soit dans le tissu musculaire.

De l'artère pulmonaire.

Elle naît du ventricule droit et se porte aux poumons. D'abord elle ne forme qu'un seul tronc : bientôt elle se partage en deux branches, dont l'une va au poumon droit, et l'autre au poumon gauche. Chacune de ses branches se divise et se subdivise jusqu'au point de former une multitude infinie de petits vaisseaux, dont la ténuité est telle, qu'ils sont à peu près inaccessibles aux sens.

Les divisions et subdivisions de chacune des branches de l'artère pulmonaire nt ceci de remarquable, qu'elles n'ont point de communication entre elles avant d'être devenues d'une petitesse excessive. Les dernières divisions sont continues immédiatement avec les radicules des veines pulmonaires ; elles commencent ce qu'on nomme

les vaisseaux capillaires pulmonaires, qui sont complétés par les racines des veines qui du poumon vont se rendre au cœur. Le calibre de ces vaisseaux suffit à peine pour laisser passer les globules du sang, qui n'ont cependant qu'un cent cinquantième de millimètre, et paraît dans un rapport intime avec la viscosité naturelle du sang, au point que si celle-ci augmente ou diminue, il en résulte des troubles graves dans le passage du sang à travers les capillaires du poumon.

L'artère pulmonaire est formée de trois tuniques : l'une, extérieure, fort résistante, de nature cellulaire ; l'autre, interne, très-polie par sa face interne, et toujours lubrifiée par un fluide visqueux ; et une moyenne, à fibres circulaires, très-élastique, que l'on a crue long-temps musculaire, mais qui n'a rien moins que ce caractère. Sa nature chimique vient d'être déterminée avec précision par M. Chevreul. Elle est formée par le tissu *jaune élastique*, principe immédiat distinct de tous les autres. C'est à ce tissu que l'artère doit principalement son élasticité ; mais cette propriété ne s'y maintient qu'autant que le tissu est pénétré d'eau ; quand il en est privé pendant quelque temps, il devient friable. Il est donc très-probable que la membrane jaune de l'artère pulmonaire s'imbibe continuellement de la partie aqueuse du sang qui la traverse, et qu'elle conserve ainsi la grande élasticité qui la caractérise.

Le tissu des parois de l'artère et des capillaires pulmonaires s'imbibe facilement de toutes les matières avec lesquelles il se trouve en contact. Comme toutes les membranes il se laisse aisément traverser par les vapeurs et les gaz.

Cours du sang veineux.

De l'aveu des physiologistes les plus estimés, le cours du sang veineux est encore peu connu. Nous n'en décrirons ici que les phénomènes les plus apparens, nous réservant d'entrer dans les questions délicates lorsqu'il sera question du rapport du cours du sang dans les veines avec celui du même liquide dans les artères. C'est alors que nous parlerons de la cause principale qui détermine l'entrée du sang dans les radicules veineuses et de son cours ultérieur dans les veines plus volumineuses et même dans les gros troncs veineux.

Pour prendre une idée générale, mais juste, du cours du sang dans les veines, il faut se rappeler que la somme des petites veines forme une cavité de beaucoup supérieure à celle des veines plus grosses, mais moins nombreuses, dans lesquelles elles vont se rendre; que celles-ci présentent le même rapport relativement aux troncs où elles se terminent : par conséquent, le sang qui coule dans les veines des racines vers les troncs passe toujours d'une cavité plus spacieuse dans une qui l'est moins. Or le principe d'hydrodynamique suivant peut s'appliquer ici : *Lorsqu'un liquide coule à plein tuyau, la quantité de ce liquide qui, dans un instant donné, traverse les différentes sections du tuyau doit être partout la même : ainsi quand le tuyau va en s'élargissant, la vitesse diminue; elle s'accroît quand le tuyau va ensuite en se rétrécissant.*

L'expérience confirme l'exactitude du principe et la justesse de son application au cours du sang veineux. Si l'on coupe en travers une très-petite veine, le sang n'en sort qu'avec une extrême lenteur; il sort plus vite d'une veine plus grosse, et enfin il s'échappe avec une certaine rapidité d'un tronc veineux ouvert.

Plusieurs veines sont ordinairement chargées de transporter vers les gros troncs le sang qui a traversé un organe. A raison de leurs fréquentes anastomoses, la compression ou la ligature de l'une ou de plusieurs de ces veines n'empêche point et même ne diminue pas la quantité du sang qui retourne vers le cœur; seulement il acquiert une vitesse plus grande dans les veines qui restent libres.

C'est ce qui arrive quand une ligature est appliquée sur le bras pour l'opération de la saignée.

Dans l'état ordinaire, le sang qui est apporté à l'avant-bras et à la main revient

vers le cœur par quatre veines profondes, et au moins autant de superficielles; une fois le lien serré, le sang ne passe plus par les veines sous-cutanées, et très-difficilement traverse-t-il les profondes. Si alors on ouvre une des veines du pli du bras, il s'échappe en formant un jet continu, qui dure tant que la ligature reste serrée, et qui cesse le plus souvent dès qu'elle est enlevée.

A moins de causes particulières, les veines sont très-peu distendues par le sang; cependant celles où ce liquide a plus de vitesse le sont bien davantage : les très-petites veines au contraire le sont à peine. Par une raison facile à saisir, toutes les circonstances qui accélèrent la vitesse du sang dans une veine causent aussi une augmentation dans la distension du vaisseau.

L'introduction du sang dans les veines ayant lieu d'une manière continue, toute cause qui met obstacle à son cours produit la distension de la veine et la stagnation d'une quantité plus ou moins considérable de sang au-dessous de l'obstacle dans sa cavité.

Les parois des veines ne paraissent avoir qu'une influence très-faible sur le cours du sang; elles cèdent très-facilement quand la quantité de celui-ci augmente, et reviennent sur elles-mêmes quand elle diminue : mais ce resserrement est limité; il n'est point assez fort pour expulser entièrement le sang de la veine, aussi en contiennent-elles presque constamment dans les cadavres. J'ai plusieurs fois vu des veines vides, sur des animaux vivans, sans qu'elles fussent pour cela contractées; et d'autres fois j'ai observé que la colonne de liquide était loin de remplir entièrement la cavité du vaisseau.

Un grand nombre de veines, telles que celles des os, des sinus de la dure-mère, du testicule, du foie, etc., dont les parois sont adhérentes par leur superficie à un canal inflexible, ne peuvent avoir évidemment aucune influence sur le mouvement du sang qui parcourt leur cavité. Le sang veineux qui est épanché dans plusieurs tissus, et particulièrement dans le tissu spongieux des vertèbres, ne reçoit évidemment aucune influence des parois des cavités qu'il parcourt.

Toutefois, c'est à l'élasticité des parois des veines, et non à une contraction qui aurait de l'analogie avec celle des muscles, qu'il faut attribuer la faculté qu'elles ont de revenir sur elles-mêmes quand la colonne de sang diminue : aussi ce retour est-il beaucoup plus marqué dans celles où les parois sont plus épaisses, comme les superficielles.

Si les veines ont par elles-mêmes peu d'influence sur le cours du sang, plusieurs causes accessoires en exercent une des plus manifestes. Toute compression continue ou alternative, portant sur une veine, peut, lorsqu'elle est assez forte pour aplatir la veine, empêcher le passage du sang; si elle est moins considérable, elle s'opposera à la dilatation de la veine par l'effort du sang, et favorisera ainsi le mouvement de celui-ci.

La pression habituelle que la peau des membres exerce sur les veines qui rampent au-dessous d'elle est une cause qui rend plus facile et plus prompt le cours du sang dans ces vaisseaux; on n'en peut douter, car toutes les circonstances qui diminuent la contractilité du tissu de la peau sont tôt ou tard suivies de la dilatation considérable des veines, et, dans certains cas, de la production des varices. On sait aussi qu'une compression mécanique, exercée par un bandage approprié, rétablit les veines dans leurs dimensions ordinaires, ainsi que le cours du sang à leur intérieur.

Dans l'abdomen, les veines sont soumises à la pression alternative du diaphragme et des muscles abdominaux, et cette cause est également favorable à la marche du sang veineux de cette partie.

Les veines du cerveau supportent aussi une pression considérable, qui doit avoir le même résultat.

Toutes les fois que le sang veineux coule dans le sens de sa pesanteur, sa marche est d'autant plus facile; c'est l'opposé quand il marche contre sa pesanteur.

Ne négligeons pas de remarquer les rapports de ces causes accessoires avec la dis-

position des veines. Là où elles sont très-marquées, les veines ne présentent point de valvules et leurs parois sont très-minces, comme on le voit dans l'abdomen, la poitrine, la cavité du crâne, etc.; là où elles ont moins d'influence, les veines offrent des valvules, et ont des parois un peu plus épaisses; enfin, là où elles sont très-faibles, comme aux veines sous-cutanées, les valvules sont multipliées, et les parois ont une épaisseur considérable.

Si l'on veut prendre une idée comparative exacte dans ce genre, on n'a qu'à examiner la veine saphène interne, la crurale et le commencement de l'iliaque externe, au niveau de l'ouverture de l'aponévrose fémorale, destinée au passage de la saphène : le contraste pour l'épaisseur des parois sera frappant.

J'ai fait autrefois cette comparaison sur le cadavre d'un supplicié très-musculeux : les parois de la saphène étaient aussi épaisses que celles de l'artère carotide; la crurale et surtout l'iliaque externe avaient des parois beaucoup plus minces.

Prenons garde cependant de confondre parmi les circonstances favorables au cours du sang dans les veines des causes qui agissent de toute autre manière. Par exemple, il est généralement connu que la contraction des muscles de l'avant-bras et de la main pendant la saignée détermine l'accélération du mouvement du sang qui s'échappe par l'ouverture de la veine; les physiologistes disent que les muscles, en se contractant, compriment les veines profondes et en expulsent le sang, qui passe alors dans les veines superficielles. S'il en était ainsi, l'accélération ne serait qu'instantanée ou tout au moins de courte durée, tandis qu'elle dure, en général, autant que la contraction. Nous verrons plus loin comment on doit se rendre raison de ce phénomène.

Quand les pieds sont plongés quelque temps dans l'eau chaude, les veines sous-cutanées se gonflent; ce qui est généralement attribué à la raréfaction du sang. La véritable cause me paraît être l'augmentation de la quantité du sang qui se porte aux pieds, mais surtout à la peau, augmentation qui doit naturellement accélérer la vitesse du mouvement du sang dans les veines, puisque, dans un temps donné, elles sont traversées par une plus grande quantité de sang.

D'après ce qui précède, on conçoit sans peine que le sang veineux doit être fréquemment arrêté ou gêné dans son cours, soit par une trop forte compression qu'éprouvent les veines dans les positions diverses que prend le corps, soit par celle des corps étrangers qui appuient sur lui, etc. : de là la nécessité des anastomoses nombreuses que nous avons dit exister non-seulement entre les petites veines, mais entre les grosses et même entre les plus gros troncs. A raison de ces fréquentes communications, une ou plusieurs veines étant comprimées de manière qu'elles ne puissent pas livrer passage au sang, ce fluide se détourne et arrive au cœur par d'autres routes : un des usages de la veine azygos paraît être d'établir une communication facile entre la veine cave supérieure et l'inférieure. Peut-être cependant que sa principale utilité est d'être l'aboutissant commun de la plupart des veines intercostales.

Il n'y a rien d'obscur dans l'action des valvules des veines : ce sont de véritables soupapes qui s'opposent au retour du sang vers les radicules veineuses, et qui remplissent d'autant mieux cet office qu'elles sont plus larges, c'est-à-dire plus favorablement disposées pour fermer entièrement la cavité de la veine.

Le frottement du sang contre les parois des veines, son adhésion à ces mêmes parois, le défaut de fluidité, doivent modifier le mouvement du sang dans les veines, et en général tendre à le ralentir; mais il est impossible, dans l'état présent de la physiologie et de l'hydrodynamique, d'assigner avec précision l'effet de chacune de ces causes en particulier.

Ce qui vient d'être dit sur le cours du sang veineux doit faire pressentir qu'il éprouve de grandes modifications, suivant une infinité de circonstances : nous aurons occasion de nous en convaincre davantage par la suite lorsque nous envisagerons d'une manière générale le mouvement circulaire du sang, abstraction faite de ses qualités artérielles ou veineuses.

Quoi qu'il en soit, le sang veineux de toutes les parties du corps arrive à l'oreillette droite par les trois troncs que nous avons déjà nommés : savoir, deux très-volumineux, les veines caves; et un fort petit, la veine coronaire.

Il est très-probable que le sang marche dans chacune de ces veines avec une vitesse différente : ce qu'il y a de certain, c'est que les trois colonnes du liquide font effort pour pénétrer dans l'oreillette, et que cet effort, dans certains cas, est très-considérable.

Absorption exercée par les veines.

Non-seulement les radicules veineuses reçoivent immédiatement le sang des dernières ramifications artérielles, mais elles présentent encore un phénomène bien remarquable. Toute espèce de gaz ou de liquide mis en contact avec les diverses parties du corps (la peau exceptée) passe aussitôt dans les petites veines, et arrive bientôt au poumon avec le sang veineux. La même chose a lieu pour toutes les substances solides susceptibles de se laisser dissoudre par le sang ou par les fluides sécrétés. Au bout de très-peu de temps, elles s'introduisent dans les veines, et sont transportées au cœur et au poumon. Cette introduction et ce transport sont nommés *absorption veineuse.*

Pour prendre une idée de cette propriété, commune à toutes les veines, on n'a qu'à introduire une dissolution de camphre dans l'une des cavités séreuses ou muqueuses du corps, ou bien enfoncer dans le tissu d'un organe un morceau de camphre solide : peu d'instans après, l'air qui sort du poumon de l'animal a une odeur de camphre très-prononcée. Cette observation est facile à faire sur l'homme après l'administration des lavemens camphrés; il est rare qu'après cinq ou six minutes l'haleine ne présente pas une odeur de camphre très-forte.

Presque toutes les substances odorantes qui ne se combinent pas avec le sang produisent des effets analogues.

Dans les expériences que j'ai faites sur l'absorption des veines, j'ai reconnu que la promptitude de l'absorption varie suivant les divers tissus : elle est, par exemple, beaucoup plus rapide dans les membranes séreuses que dans les muqueuses, plus prompte dans les tissus abondans en vaisseaux sanguins que dans ceux qui en contiennent moins, etc.

La qualité corrosive des liquides ou des solides soumis à l'absorption n'empêche pas celle-ci de s'effectuer; elle semble, au contraire, être plus prompte que celle des substances qui n'attaquent pas les tissus (1).

Ce sont les villosités intestinales, formées en partie par les radicules veineuses, qui absorbent dans l'intestin grêle tous les liquides, à l'exception du chyle. Il est facile de s'en convaincre, en introduisant dans cet intestin des substances odorantes ou fortement sapides, susceptibles d'être absorbées. Dès que l'absorption commence, jusqu'à ce qu'elle soit achevée, les propriétés de ces substances se reconnaissent dans le sang des branches de la veine porte, tandis qu'on ne les distingue dans la lymphe qu'assez long-temps après que l'absorption en a commencé. Nous ferons voir ailleurs qu'elles arrivent au canal thoracique, non par la voie de l'absorption directe des vaisseaux chylifères, mais par les communications des artères avec les lymphatiques.

---

(1) On parle beaucoup, dans les ouvrages modernes de physiologie, de la sensibilité propre aux bouches absorbantes; elles sont douées, dit-on, d'un tact fin et sûr, par lequel elles discernent les substances utiles et s'en emparent, tandis qu'elles repoussent les substances nuisibles. Ces suppositions ingénieuses, qui ont un charme particulier pour notre esprit avide d'images, sont détruites aussitôt qu'elles sont soumises à l'expérience.

Chacun sait que toutes les veines des organes digestifs se réunissent en un seul tronc, lequel se divise et se subdivise dans le tissu du foie. Cette disposition mérite d'être remarquée.

A raison de l'étendue considérable de la surface muqueuse, avec laquelle les boissons ou autres liquides sont en contact, et de la rapidité de leur absorption par les veines mésaraïques, une quantité considérable de liquide étranger à l'économie traverse le système veineux abdominal dans un temps donné, et altère la composition du sang. Si ce liquide arrivait de cette manière au poumon, et de là à tous les organes, il pourrait en résulter des inconvéniens graves, comme le démontrent les expériences suivantes :

Un gramme de bile poussé brusquement dans la veine crurale fait ordinairement périr un animal en peu d'instans. Il en est de même d'une certaine quantité d'air atmosphérique introduit rapidement dans la même veine. L'injection faite de la même manière dans l'une des branches de la veine porte n'aura aucun inconvénient apparent. Pourquoi cette diversité de résultats ? Le passage des liquides étrangers à l'économie à travers les innombrables petits vaisseaux du foie aurait-il pour effet de les mêler plus intimement avec le sang, et de les répartir sur une plus grande quantité de ce fluide, de manière que sa nature chimique en fût peu altérée ? Cela devient d'autant plus probable, que la même quantité de bile ou d'air injectée très-lentement dans la veine crurale ne produit pas non plus d'accidens sensibles.

Il se pourrait donc que le passage des veines nées des organes digestifs, à travers le foie, fût nécessaire afin de mêler intimement avec le sang les matières absorbées dans le canal intestinal. Soit que cet effet ait lieu ou non, il n'est point douteux que les médicamens absorbés dans l'estomac et les intestins ne passent immédiatement à travers le foie, et qu'ils ne doivent avoir sur cet organe une influence qui me paraît mériter l'attention des médecins (1).

Nous avons dit tout-à-l'heure que la peau faisait exception à cette loi générale, que les veines absorbent dans toutes les parties du corps. Cette proposition mérite un examen particulier.

Lorsque la peau est privée de l'épiderme, et que les vaisseaux sanguins qui revêtent la face externe du chorion sont à découvert, l'absorption s'y fait comme partout ailleurs. Après l'application d'un vésicatoire, si l'on couvre la surface dépourvue d'épiderme avec une substance dont les effets sur l'économie animale soient faciles à remarquer, quelques minutes suffisent souvent pour qu'ils se manifestent. Des caustiques appliqués sur des surfaces ulcérées ont souvent produit la mort.

Pour que l'inoculation de la petite-vérole ou de la vaccine ait un plein succès, il faut avoir soin de placer la substance au-dessous de l'épiderme, et par conséquent de la mettre en contact avec les vaisseaux sanguins sous-jacens.

Les choses se passent bien différemment quand la peau est revêtue de son épiderme. A moins que les substances en contact avec celui-ci ne soient de nature à attaquer sa composition chimique, ou à exciter une irritation dans les vaisseaux sanguins correspondans, il n'y a pas d'absorption sensible. Ce résultat, je le sais, est contraire aux idées généralement admises. On pense, par exemple, que le corps, étant plongé dans un bain, absorbe une partie du liquide qui l'environne : c'est même sur cette idée qu'est fondé l'usage des bains nourrissans de lait, de bouillon, etc.

Dans un travail publié récemment, M. Séguin a mis hors de doute, par une série

---

(1) Il serait curieux de savoir pourquoi, de tous les vaisseaux du foie, les branches de la veine porte sont les seules qui, par la disposition de leur membrane extérieure (*capsule de Glisson*), puissent revenir sur elles-mêmes quand la quantité de sang qui les parcourt diminue. Peut-être cette disposition est-elle favorable au cours du sang veineux, qui, dans cette portion de la veine porte, marche d'un endroit plus étroit dans un endroit plus large, tandis que partout ailleurs il passe d'un lieu plus large dans un plus étroit.

d'expériences rigoureuses, que la peau n'absorbe point l'eau au milieu de laquelle elle est placée. Pour s'assurer s'il en serait de même pour d'autres liquides, M. Séguin a fait des essais sur des personnes affectées de maladies vénériennes. Il leur a fait plonger les pieds et les jambes dans des bains composés de seize livres d'eau et de trois gros de sublimé; chaque bain durait une heure ou deux, et était répété deux fois par jour. Treize malades soumis à ce traitement pendant vingt-huit jours ne présentèrent aucun indice d'absorption; un quatorzième en présenta d'évidens dès le troisième bain, mais il avait des excoriations psoriques aux jambes : deux autres qui étaient dans le même cas offrirent des phénomènes semblables. En général, l'absorption ne s'est manifestée que sur les sujets dont l'épiderme n'était pas entièrement intact; cependant, à la température de dix-huit degrés, il y a eu quelquefois du sublimé d'absorbé, mais jamais d'eau.

Parmi les expériences de M. Séguin, il en est une qui me paraît jeter un grand jour sur la faculté absorbante de la peau.

Après avoir pesé séparément un gros de mercure doux, un gros de gomme gutte, un gros de scammonée, un gros de sel alembroth, et un gros d'émétique, M. Séguin fit coucher un malade sur le dos, lui lava avec soin la peau de l'abdomen, et appliqua avec précaution sur des endroits écartés les uns des autres les cinq substances désignées; il les recouvrit chacune avec un verre de montre, et maintint fortement le tout avec une bande de linge. La chaleur de la chambre fut entretenue à quinze degrés; M. Séguin ne quitta pas le patient, afin de l'empêcher de remuer : l'expérience dura dix heures un quart. Les verres furent alors retirés et les substances recueillies avec le plus grand soin; elles furent ensuite pesées. Le mercure doux était réduit à soixante-onze grains un tiers; la scammonée pesait soixante-onze grains trois quarts; la gomme gutte, un peu plus de soixante-onze grains; le sel alembroth était réduit à soixante-deux grains (beaucoup de boutons s'étaient développés sur la place où il avait été appliqué); l'émétique pesait soixante-sept grains. Il est évident que, dans cette expérience, les substances les plus irritantes et les plus disposées à se combiner avec l'épiderme furent en partie absorbées, tandis que les autres ne le furent pas sensiblement.

Mais ce qui n'arrive point par la simple application survient quand on fait des frictions sur la peau avec certaines substances. On ne peut douter que le mercure, l'alcohol, l'opium, le camphre, les vomitifs, les purgatifs, etc., ne pénètrent par ce moyen dans le système veineux. Il paraît que ces différens médicamens traversent l'épiderme, soit en passant par ses pores, soit en s'insinuant dans les ouvertures par lesquelles sortent les poils ou la transpiration insensible.

Ainsi, en résumant ce qui a rapport à l'absorption de la peau, on voit que cette membrane ne diffère des autres surfaces du corps qu'en ce qu'elle est revêtue par l'épiderme. Tant que cette couche reste intacte et qu'elle ne se laisse pas traverser par les substances mises en contact avec la peau, il n'y a point d'absorption; mais, dès l'instant qu'elle est altérée ou seulement qu'elle est traversée, l'absorption a lieu comme partout ailleurs.

Je n'ignore pas que beaucoup de personnes seront étonnées en voyant que je n'hésite pas à attribuer aux veines la faculté absorbante, tandis que l'opinion générale est que toute espèce d'absorption se fait par les vaisseaux lymphatiques; mais, d'après les faits rapportés à l'article de l'*absorption de la lymphe*, et quelques autres que je vais ajouter, il m'est impossible de penser autrement. D'ailleurs, l'opinion que je soutiens n'est pas nouvelle; Ruysch, Boerhaave, Meckel, Swammerdam, l'ont professée; et Haller l'a soutenue, quoique les travaux anatomiques de J. Hunter ne fussent pas ignorés de lui.

M. Delille et moi, nous séparâmes du corps la cuisse d'un chien assoupi précédemment par l'opium (afin de lui éviter les douleurs inséparables d'une expérience laborieuse); nous laissâmes seulement intactes l'artère et la veine crurale, qui conservaient la communication entre la cuisse et le tronc. Ces deux vaisseaux furent dis-

séqués avec le plus grand soin, c'est-à-dire qu'ils furent isolés dans l'étendue de quatre centimètres; leur tunique cellulaire fut enlevée, dans la crainte qu'elle ne recélât quelques vaisseaux lymphatiques. Deux grains d'un poison très-subtil (l'upas tieuté) furent alors enfoncés dans la patte : les effets de ce poison furent tout aussi prompts et aussi intenses que si la cuisse n'eût point été séparée du corps; en sorte qu'ils se manifestèrent avant la quatrième minute, et que l'animal était mort avant la dixième.

On pouvait objecter que, malgré toutes les précautions prises, les parois de l'artère et de la veine crurale contenaient encore des lymphatiques, et que ces vaisseaux suffisaient pour donner passage au poison.

Pour lever cette difficulté, je répétai sur un autre chien l'expérience précédente, avec cette modification, que j'introduisis dans l'artère crurale un petit tuyau de plume, sur lequel je fixai ce vaisseau par deux ligatures; l'artère fut ensuite coupée circulairement entre les deux ligatures, j'en fis autant pour la veine crurale : par là il n'y eût plus de communication entre la cuisse et le reste du corps, si ce n'est par le sang artériel qui arrivait à la cuisse, et le veineux qui retournait au tronc. Le poison introduit ensuite dans la patte produisit ses effets dans le temps ordinaire, c'est-à-dire au bout d'environ quatre minutes.

Cette expérience ne laisse point douter que le poison n'ait passé de la patte au tronc à travers la veine crurale. Pour rendre le phénomène encore plus évident, il faut presser cette veine entre les doigts au moment où les effets du poison commencent à se développer : ces effets cessent bientôt; ils reparaissent dès qu'on laisse la veine libre, et cessent encore si on la comprime de nouveau. On peut ainsi les graduer à volonté.

Ajoutons à ces faits, qui me paraissent décisifs, des observations intéressantes faites par Flandrin.

Dans le cheval, les matières qui contiennent le plus souvent l'intestin grêle et le gros intestin sont mêlées à une grande quantité de liquide, qui est d'autant moins considérable que l'on s'avance davantage vers le rectum : il est donc absorbé à mesure qu'il parcourt le canal intestinal. Or Flandrin ayant retenu le liquide contenu dans les vaisseaux chylifères, n'y reconnut aucune odeur analogue à celle du liquide de l'intestin : au contraire, le sang veineux de l'intestin grêle avait une saveur herbacée sensible; celui du cœcum avait un goût piquant et une saveur urineuse légère; celui du colon avait les mêmes caractères, à un degré encore plus marqué. Le sang des autres parties du corps n'offrait rien de semblable.

Une demi-livre d'assa-fœtida dissous dans une égale quantité de miel fut donnée à un cheval; l'animal fut ensuite nourri comme à l'ordinaire, et tué seize heures après. L'odeur d'assa-fœtida fut distinguée dans les veines de l'estomac, de l'intestin grêle et du cœcum; elle ne fut point remarquée dans le sang artériel, non plus que dans la lymphe.

J'ai parlé, à l'article des *Vaisseaux lymphatiques*, des expériences que J. Hunter a faites pour prouver que ces vaisseaux sont les agens exclusifs de l'absorption : cet auteur en a fait aussi pour démontrer que les veines n'absorbent point; mais ces dernières ne sont guère plus satisfaisantes ni plus exactes que celles dont il a déjà été fait mention.

« Je pris, dit J. Hunter, une portion de l'intestin d'un mouton, après lui avoir incisé les parois abdominales; je la liai par les deux extrémités, et la remplis d'eau chaude : le sang qui revenait par la veine de cette partie ne parut nullement plus *délayé* ni plus *léger* que celui des autres veines : alors je liai l'artère et toutes ses communications, et j'examinai l'état de la veine. Elle ne se gonflait point, son sang ne devenait pas plus aqueux; elle ne donnait ainsi aucune indication de la présence de l'eau dans sa cavité. Donc les veines n'absorbent point (1). »

---

(1) *Medical Commentaries*, chap V.

Combien d'objections se présentent pour quiconque veut de la précision dans les expériences! Comment J. Hunter a-t-il pu juger, sur le simple aspect, que, dans les premiers momens, l'eau n'a pas été absorbée et ne s'est point mêlée avec le sang de la veine? Ensuite, comment cet auteur, d'ailleurs si recommandable, a-t-il pu croire que la veine continuerait son action, l'artère étant liée? Il aurait dû déterminer d'abord l'effet de la ligature d'une artère sur le cours du sang dans la veine qui y correspond, et c'est ce qu'il n'a point fait.

Dans une autre expérience, le même physiologiste a injecté du lait chaud dans une portion d'intestin; quelques instans ensuite, il a ouvert la veine mésentérique, recueilli le sang qui s'est écoulé; et de ce qu'il n'y a pas reconnu de trace de lait, il en a conclu qu'il n'y a pas eu d'absorption de ce liquide par la veine. Mais, du temps de Hunter, on était loin de pouvoir s'assurer par aucun moyen de l'existence d'une petite quantité de lait dans une certaine quantité de sang; à l'époque actuelle, où la chimie animale est bien plus avancée, on saurait à peine surmonter cette difficulté.

Ces deux expériences ne peuvent porter aucune atteinte à la théorie de l'absorption veineuse. Les autres, au nombre de six, loin d'être concluantes, sont, au contraire, bien plus défectueuses.

Enfin, s'il était nécessaire de déduire du raisonnement de nouvelles preuves en faveur de la propriété absorbante des veines, je rappellerais que, dans beaucoup d'endroits du corps où l'anatomie la plus exacte n'a jamais pu découvrir que des vaisseaux sanguins et point de vaisseaux lymphatiques, tels que l'œil, le cerveau, le placenta, etc., l'absorption s'y fait avec autant de promptitude que partout ailleurs; j'ajouterais que tous les animaux non vertébrés qui ont du sang ne présentent point de lymphatiques, et que cependant l'absorption y est manifeste. Je dirais, enfin, que le canal thoracique est beaucoup trop petit pour donner aussi promptement passage aux matières absorbées dans toutes les parties du corps, et particulièrement aux boissons (1). Tous ces phénomènes s'entendent sans difficulté, dès que l'absorption des veines est reconnue.

Les faits, les expériences et les raisonnemens concourent donc en faveur de l'absorption veineuse (2).

Tel était l'état de la question lorsque j'ai publié la première édition de cet ouvrage; mais depuis cette époque la science a fait un pas important, elle a perdu un préjugé et acquis un fait général d'un extrême intérêt.

On croyait (il a été un temps où la physiologie était tout entière composée de croyances), on croyait, dis-je, que les tissus vivans, et particulièrement les membranes, les parois des vaisseaux, etc., par cela seul qu'ils étaient vivans, ne pouvaient point s'imbiber des diverses substances par lesquelles ils s'imbibent aisément après la mort; et l'on partait de cette idée pour recourir à un phénomène vital, dès qu'il s'agissait d'expliquer l'absorption. On n'avait pas même songé à y chercher un phénomène physique, et moi-même, qui ai travaillé vingt ans sur ce sujet, l'idée ne m'en était pas venue (3).

---

(1) Quelques personnes boivent jusqu'à douze litres et plus d'eau minérale en quelques heures, et les rejettent à peu près dans le même temps en urinant.

(2) Pour résumer tout ce qui a rapport aux organes de l'absorption, considérée en général, on peut dire, 1° qu'il est certain que les vaisseaux chylifères absorbent le chyle; 2° qu'il est douteux qu'ils absorbent autre chose; 3° qu'il n'est pas démontré que les vaisseaux lymphatiques soient doués de la faculté absorbante, et qu'il est prouvé que les veines jouissent de cette propriété. (1re *édit.*)

(3) La répugnance extrême à convenir de notre ignorance, et le penchant à créer des romans pour remplir les vides de la science, sont des phénomènes intellectuels aussi remarquables qu'ils sont nuisibles aux progrès de nos connaissances. On ignorait comment se fait l'absorption : au lieu d'en convenir tout simplement, ce qui aurait excité à faire des recherches, quelqu'un s'est avisé de dire *que les tissus vivans ne se laissaient pas imbiber comme après la mort, qu'il y avait des bouches absorbantes qui prenaient avec discernement certaines substances, et re-*

J'ai prouvé par une série d'expériences que les tissus vivans s'imbibent de toutes les matières liquides qui les touchent ; le même effet se produit avec les substances solides, pourvu qu'elles soient solubles dans nos humeurs et particulièrement dans le sérum du sang.

Ce fait général étant établi, l'absorption, qui a tant occupé les physiologistes, qui a tant exercé leur imagination, produit tant de disputes, devient un phénomène des plus sensibles et presque entièrement physique. On ne discutera plus si ce sont les veines ou les lymphatiques qui absorbent, puisque tous les tissus sont doués de cette propriété.

Voici toutefois quelques expériences qui mettent, je crois, la question hors de doute. Je les extrais de mon mémoire sur le mécanisme de l'absorption (1).

Dans une leçon publique sur le mode d'action des médicamens, je montrais, sur l'animal vivant, quels sont les effets de l'introduction d'une certaine quantité d'eau à 30° centigr. dans les veines. En faisant cette expérience, il me vint dans l'idée de voir quelle serait l'influence de la pléthore artificielle que je produisais, sur le phénomène de l'absorption. En conséquence, après avoir injecté près d'un litre d'eau dans les veines d'un chien de taille moyenne, je mis dans sa plèvre une légère dose d'une substance dont les effets m'étaient bien connus. Je fus frappé de voir ces effets ne se montrer que plusieurs minutes après l'époque où ils se montrent ordinairement. Je refis aussitôt l'expérience sur un autre animal, et j'obtins un résultat semblable.

Dans plusieurs autres essais les effets se montrèrent bien à l'époque où ils devaient se développer; mais ils furent sensiblement plus faibles que ne le comportait la dose de la substance soumise à l'absorption, et ils se prolongèrent de beaucoup au-delà de leur terme ordinaire.

Enfin, dans une autre expérience où j'avais introduit autant d'eau (environ deux litres) que l'animal pouvait en supporter sans cesser de vivre, les effets ne se manifestèrent plus du tout : l'absorption avait probablement été empêchée. Après avoir attendu près d'une demi-heure des effets qui ne demandent qu'environ deux minutes pour se développer, je fis le raisonnement suivant : si la distension des vaisseaux sanguins est ici la cause du défaut d'absorption, la distension cessant, l'absorption doit avoir lieu. Aussitôt je fis faire une large saignée à la veine jugulaire de l'animal soumis à mon expérience, et je vis, avec la plus grande satisfaction, les effets se manifester à mesure que le sang s'écoulait.

Je pouvais d'ailleurs faire l'expérience opposée, c'est-à-dire diminuer la quantité du sang et voir si l'absorption serait plus prompte : c'est ce qui arriva exactement comme je l'avais prévu. Un animal fut saigné, et privé ainsi d'une demi-livre de sang environ : des effets qui n'auraient dû arriver qu'après la deuxième minute se montrèrent avant la trentième seconde.

Cependant on pouvait encore soupçonner que c'était moins la distension des vaisseaux sanguins que le changement de nature du sang qui s'était opposé à l'absorption. Pour lever cette difficulté je fis l'expérience suivante : une grande et large saignée fut pratiquée à un chien; on remplaça le sang qu'il venait de perdre par de l'eau à 40° cent., et on introduisit dans sa plèvre une quantité déterminée de dissolution de noix vomique : les suites en furent aussi promptes et aussi intenses que si la nature du sang n'avait point été changée. C'était donc à la distension des vaisseaux qu'il fallait attribuer le défaut ou la diminution de l'absorption.

---

poussaient les autres. Cette petite histoire a beaucoup plu aux physiologistes ; ils l'ont répétée, y ont cru fermement, et dès lors personne n'a su que le mécanisme de l'absorption n'était point connu, et par conséquent personne n'a même pensé à en faire un objet de recherche. Tel est le mal que font, sans s'en douter, ceux qui, dans les sciences, se livrent à leur imagination ; tel est le mal que font à l'humanité les médecins qui tombent dans les mêmes erreurs.

(1) *Voyez* mon *Journal de Physiologie*, tom. I, cahier I.

Dès lors je devins, pour ainsi dire, maître d'un phénomène qui jusque-là avait été pour moi un mystère impénétrable. Pouvant m'opposer à son développement, le produire, le rendre prompt, tardif, intense, faible, il était difficile que sa nature échappât entièrement à mon investigation.

En réfléchissant sur la constance et la régularité du phénomène, il n'était guère possible de le rapporter à ce que les physiologistes nomment action vitale; telle que l'action des nerfs, la contraction des muscles, la sécrétion des glandes, etc. Il était beaucoup plus raisonnable de le rapprocher de quelque phénomène physique; et, parmi les conjectures que l'on pouvait se permettre à cet égard, celle qui ferait dépendre l'absorption de l'attraction capillaire des parois vasculaires, pour les matières absorbées, était sans doute la plus probable : elle réunissait en effet tous les faits observés. Car, en supposant que cette cause préside à l'absorption, les substances solides non solubles dans nos humeurs, ne pouvant pas traverser les parois des petits vaisseaux, devaient résister à l'absorption; ce qui est exact. Les solides capables, au contraire, de se combiner avec nos tissus, ou seulement de se dissoudre dans le sang, devaient être aptes à être absorbés; ce qui est encore conforme aux faits. La plupart des liquides, pouvant mouiller ou imbiber avec promptitude les parois vasculaires, quelle que fût d'ailleurs leur nature chimique, devaient éprouver une absorption rapide; ce que donne l'expérience, même pour les liquides caustiques. Dans la même hypothèse, plus les vaisseaux seraient distendus, et moins leur pouvoir absorbant serait marqué, et il pouvait arriver un moment où ce pouvoir ne serait plus sensible. Plus les vaisseaux seraient nombreux, plus ils seraient ténus, plus l'absorption serait rapide, puisque les surfaces absorbantes seraient plus étendues.

Cette action des parois une fois reconnue, rien n'était plus facile que de comprendre comment les substances absorbées sont transportées vers le cœur, puisque dès qu'elles sont parvenues à la surface intérieure des parois, elles doivent être aussitôt entraînées par le courant sanguin qui existe dans les plus petits vaisseaux.

J'étais d'autant moins éloigné de repousser cette supposition, que je me rappelais clairement qu'en empoisonnant un animal en lui enfonçant une flèche de Java dans l'épaisseur de la cuisse, toutes les parties molles qui environnent la blessure se colorent en jaune brunâtre à plusieurs lignes d'épaisseur, et prennent la saveur amère du poison.

Mais une supposition qui lie le mieux un certain nombre de phénomènes connus n'est au fond qu'une manière plus commode de les exprimer; elle ne prend le caractère de théorie qu'autant qu'elle est confirmée par des expériences suffisamment variées.

Je dus par conséquent faire de nouvelles recherches pour voir à quel moment ma supposition ne serait plus admissible.

L'affinité des parois vasculaires pour les matières absorbées étant supposée la cause, ou, si l'on veut, l'une des causes de l'absorption, cet effet devait se produire aussi bien après la mort que durant la vie. Ce fait pouvait être facilement constaté pour les vaisseaux d'un certain calibre; mais en tenant compte de leur diamètre, de l'épaisseur et de la moindre étendue de leurs parois, relativement à la capacité du canal, l'expérience devait donner une absorption faible à la vérité, mais appréciable.

Je pris donc un bout de la veine jugulaire externe d'un chien (cette portion de vaisseau, dans une étendue de plus de trois centimètres, ne recevait aucune branche). Je la dépouillai du tissu cellulaire environnant, j'attachai à chacune de ses extrémités un tube de verre, au moyen duquel j'établis un courant d'eau tiède dans son intérieur. Je plongeai alors la veine dans une liqueur légèrement acide, et je recueillis avec soin le liquide du courant intérieur.

On voit, par la disposition de l'appareil, qu'il ne pouvait y avoir aucune communication entre le courant intérieur d'eau tiède et le liquide acide extérieur.

Les premières minutes, la liqueur que je recueillais ne changea pas de nature; mais après cinq ou six minutes l'eau devint sensiblement acide. L'absorption avait eu lieu.

Je répétai cette expérience avec des veines prises sur des cadavres humains; l'effet fut le même.

Le phénomène se montrant sur des veines, rien ne s'opposait à ce qu'il ne se manifestât sur des artères. Je fis donc l'expérience avec une artère carotide d'un petit chien mort la veille, et j'obtins un résultat absolument semblable : en outre je remarquai que plus l'acidité de la liqueur extérieure était grande, plus la température était élevée, et plus le phénomène se produisait promptement (1).

Si l'absorption capillaire était produite sur de gros vaisseaux morts, pourquoi n'aurait-elle pas lieu sur les mêmes vaisseaux vivans?

Si l'expérience ne donnait pas ce résultat, tous mes raisonnemens allaient être confondus et ma supposition détruite. J'étais d'autant moins rassuré sur la réussite de l'expérience, que j'avais présent à l'esprit ce qu'on entend dire chaque jour sur les changemens que la vie apporte dans les propriétés physiques de nos organes.

Cependant, comme je me suis souvent bien trouvé dans mes recherches de douter des idées généralement reçues, je ne me décourageai point et fis l'expérience que je vais dire.

Je pris un jeune chien d'environ six semaines; à cet âge, les parois vasculaires sont minces, et par suite plus propres à la réussite de l'expérience. Je mis à découvert l'une des veines jugulaires, je l'isolai parfaitement dans toute sa longueur; je la dépouillai avec soin de ce qui la revêtait, et surtout du tissu cellulaire et de quelques petits vaisseaux qui s'y ramifiaient : je la plaçai sur une carte, afin qu'elle n'eût aucun contact avec les parties environnantes. Alors je laissai tomber à sa surface, et vis-à-vis le milieu de la carte, une dissolution aqueuse et épaisse, d'extrait alcoholique de noix vomique, substance dont l'action est très-énergique sur les chiens; j'eus soin qu'aucune parcelle de poison ne pût toucher autre chose que la veine et la carte, et que le cours du sang fût libre à l'intérieur du vaisseau. Avant la quatrième minute les effets que j'attendais se développèrent, d'abord faibles, mais ensuite avec assez d'activité pour que je dusse m'opposer à la mort de l'animal par l'insufflation pulmonaire.

Je devais répéter cette expérience; mais je ne pus me procurer qu'un animal adulte, beaucoup plus gros que le précédent, et dont, par conséquent, les parois des veines étaient plus épaisses; les mêmes effets se montrèrent; mais, comme on devait le présumer, ils furent plus tardifs, et ne se développèrent qu'après la dixième minute.

Satisfait de ce résultat pour les veines, je dus m'assurer que les artères présentaient des propriétés analogues. Cependant les artères ne sont pas sur l'animal vivant dans les mêmes conditions physiques que les veines. Leur tissu est moins spongieux, il est plus consistant; les parois sont beaucoup plus épaisses à diamètre égal, et, de plus, elles sont incessamment distendues par l'effort du sang poussé par le cœur. Il était donc facile de prévoir que si le phénomène de l'absorption se montrait, il serait plus lent à se développer que dans les veines. C'est ce que l'expérience confirma dans deux gros lapins, dont je dépouillai, avec le plus grand soin, l'une des artères carotides. Il fallut plus d'un quart d'heure avant que la dissolution de noix vomique pût traverser les parois de l'artère.

Bien que j'aie cessé de mouiller le vaisseau aussitôt que je vis les effets se manifester, un des lapins mourut. Alors, pour m'assurer que le poison avait réellement

---

(1) Ce résultat n'est exact cependant que dans certaines limites; car si la température est voisine de celle de l'eau bouillante, si l'acidité devient un peu forte, le vaisseau se racornit, et l'absorption est beaucoup plus lente.

traversé les parois artérielles, et qu'il n'avait point été absorbé par de petites veines qui auraient pu se soustraire à ma dissection, je détachai avec soin le vaisseau qui avait servi à l'expérience, je le fendis dans toute sa longueur, et je fis goûter aux personnes qui m'assistaient le peu de sang qui était resté adhérent à la surface intérieure : elles y reconnurent toutes, et j'y reconnus moi-même, l'extrême amertume de l'extrait de noix vomique.

Il était donc bien positif que les parois des gros vaisseaux absorbent, soit pendant la vie, soit après la mort. Il ne s'agissait plus que de donner des preuves directes que les petits vaisseaux jouissent de la même propriété : leur extrême ténuité, leur multiplicité, le peu d'épaisseur et l'étendue considérable de leurs parois, étaient autant de conditions propres à favoriser la production du phénomène.

Pour le développer après la mort, il fallait trouver une membrane dans les vaisseaux de laquelle on pût établir un courant intérieur qui simulât le cours du sang. J'avais d'abord choisi une portion d'intestin; mais je fus obligé de renoncer à cette entreprise, parce qu'il se faisait une extravasion considérable dans le tissu cellulaire, et que le liquide ne passait que très-difficilement de l'artère dans la veine. Je pris le cœur d'un chien mort depuis la veille; je poussai dans une des artères coronaires de l'eau à 30° centigrades. Cette eau revint facilement, par la veine coronaire, jusque dans l'oreillette droite, d'où elle s'écoulait dans un vase. Je fis verser dans le péricarde une demi-once d'eau légèrement acide. D'abord l'eau injectée ne donna aucun signe d'acidité; mais il suffit de cinq à six minutes pour qu'elle en présentât des traces non équivoques. Le fait était donc évident pour les petits vaisseaux morts; quant aux petits vaisseaux vivans, je n'avais pas besoin de recourir à de nouveaux essais, ni de sacrifier de nouveaux animaux. Les expériences que j'ai consignées dans mon Mémoire sur *les organes de l'absorption dans les mammifères* ne laissent aucun doute à cet égard, d'après le jugement de l'Académie des Sciences elle-même.

Une seule objection pouvait encore être offerte : c'est que les membranes, qui sont perméables après la mort, ne paraissent pas l'être durant la vie. Sur le cadavre, la bile transsude dans le péritoine, colore en jaune les parties qui environnent la vésicule du fiel; ce qui ne paraît point avoir lieu sur le vivant. Le fait de la perméabilité des membranes sur le cadavre est vrai, je l'ai trop souvent vu pour le nier; mais en conclure que les membranes sont imperméables durant la vie ne me paraît point indispensable; car, en supposant que les parois de la vésicule vivante se laissent traverser par la bile, le courant sanguin qui existe dans les petits vaisseaux qui forment en grande partie ces parois doit entraîner la bile à mesure qu'elle les imprègne; ce qui n'a pas lieu après la mort, puisque la circulation ne se fait plus, et que rien ne peut enlever la matière qui imbibe les vaisseaux. D'ailleurs j'ai souvent observé que, même sur les animaux vivans, les membranes se pénètrent et se colorent des matières avec lesquelles elles sont en contact. Par exemple, si l'on introduit dans la plèvre d'un jeune chien une certaine quantité d'encre, il faut à peine une heure pour que la plèvre, le péricarde, les muscles intercostaux et la surface du cœur elle-même, soient sensiblement colorés en noir (1).

Il me paraît donc hors de doute que tous les vaisseaux sanguins, artériels et veineux, morts ou vivans, gros ou petits, présentent, dans leurs parois, une propriété physique propre à rendre parfaitement raison des principaux phénomènes de l'absorption. Affirmer que cette propriété est la seule qui les produise, ce serait aller au-delà de ce que commande une saine logique; mais du moins, dans l'état présent des faits, je n'en connais point qui infirme cette explication : ils viennent tous, au contraire, se ranger d'eux-mêmes autour de ce fait principal.

---

(1) On voit encore mieux ce phénomène sur des animaux plus petits, tels que lapins, cochons-d'Inde, souris, etc.

Par exemple, Lavoisier et M. Séguin ont prouvé, par une suite d'expériences intéressantes, que la peau n'absorbe point l'eau, ni aucune autre substance, tant qu'elle est revêtue de son épiderme. Mais l'épiderme n'est point de la même nature que les parois vasculaires; c'est une sorte de vernis qui ne se laisse point imbiber, ce que chacun peut voir sur lui-même quand il prend un bain : mais aussitôt que l'épiderme est enlevé, la peau absorbe comme toutes les autres parties du corps, parce que les parois de ses vaisseaux sont en contact immédiat avec les matières destinées à être absorbées. De là la nécessité de placer sous l'épiderme les substances que l'on veut faire absorber, dans l'inoculation et la vaccine; de là aussi la nécessité de longues frictions, et souvent l'emploi des corps gras, pour faire absorber certains médicamens par la peau revêtue de son épiderme; de là encore la préférence que l'on donne pour faire des frictions aux parties de la peau où l'épiderme a le moins d'épaisseur (1).

C'est sur ce fait physiologique, bien simple aujourd'hui qu'il est connu, mais que je me fais gloire d'avoir démontré par des preuves irrécusables, qu'est fondée la méthode *endermique* d'employer les médicamens. Elle consiste à enlever l'épiderme au moyen d'un vésicatoire, et à saupoudrer la surface dénudée avec la substance que l'on veut faire promptement absorber. Cette méthode rend aujourd'hui de grands services en thérapeutique.

Je citerai encore pour exemple l'absorption qui se fait dans toutes les parties du corps sur les substances les plus irritantes, et même sur les substances capables d'altérer chimiquement nos tissus. Ce fait est entièrement contraire à l'idée que l'absorption a une action purement vitale, et qu'il y a une sorte de choix exercé par les orifices absorbans; mais il n'a plus rien de particulier dès l'instant que l'on rapproche l'absorption d'une propriété physique.

Celle-ci aurait besoin d'être étudiée d'une manière spéciale, d'être suivie dans chaque tissu pendant la vie et après la mort, d'être examinée sous le rapport des diverses matières qui s'imbibent. Jusqu'ici les membranes séreuses et le tissu cellulaire m'ont paru, surtout durant la vie, probablement à cause de la température élevée, être les meilleurs agens de l'imbibition. Une goutte d'encre, par exemple, mise sur le péritoine, s'y imbibe aussitôt, s'étend en une large plaque arrondie, qui n'occupe, en profondeur, que la membrane séreuse; il faut beaucoup plus de temps pour que les tissus sous-jacens se pénètrent des substances absorbées.

Un fait très-important qui a été observé par l'un de mes collaborateurs, M. Fodéra, c'est que le galvanisme accélère singulièrement l'absorption, ou plutôt l'imbibition. Du prussiate de potasse est injecté dans la plèvre, du sulfate de fer est introduit dans l'abdomen d'un animal vivant : dans les conditions ordinaires, il faut cinq ou six minutes avant que les deux substances ne soient mises en contact par leur imbibition à travers le diaphragme; mais le mélange est instantané si l'on soumet le diaphragme à un léger courant galvanique. Le même phénomène s'observe si l'un des liquides est placé dans la vessie urinaire, et l'autre dans l'abdomen ou bien dans le poumon et dans la cavité de la plèvre. (Voyez mon *Journal de Physiologie*, tome III, page 35.)

La théorie que j'ai exposée sur l'absorption par les veines vient d'être confirmée

---

(1) Cependant avec le temps l'épiderme peut aussi s'imbiber; cela se voit tous les jours après l'application d'un cataplasme : il devient blanc, opaque, et s'épaissit beaucoup; l'imbibition s'y fait même assez facilement de la face externe à l'interne. Si vous prenez l'épiderme d'un doigt, et que vous le retourniez de manière à ce que la face externe devienne interne, si vous remplissez d'eau la cavité, et que vous fermiez avec un fil l'ouverture, l'eau transsudera promptement à la surface, et s'évaporera en quelques heures; si, au contraire, vous laissez la face externe en dehors, l'eau ne s'évapore qu'avec une extrême lenteur, et le doigt rempli d'eau et exposé à l'air ne perdra que quelques grains en vingt-quatre heures. (*Voyez* Transpiration cutanée.)

d'une manière remarquable par les observations pathologiques de M. le docteur Bouillaud. En étudiant avec attention les œdèmes partiels des membres, il a reconnu qu'elles coïncidaient constamment avec l'oblitération plus ou moins complète des veines de la partie infiltrée. Ce sont ordinairement des caillots fibrineux qui obstruent les vaisseaux; quelquefois les veines sont comprimées par des tumeurs circonvoisines. D'après quelques observations analogues, M. Bouillaud est porté à supposer que les hydropisies du péritoine sont dues à la difficulté du passage du sang à travers le foie; et en effet, il est bien rare que les ascites un peu considérables et anciennes ne soient pas liées avec une lésion apparente de cet organe (1).

Passage du sang veineux à travers les cavités droites du cœur.

Si le cœur d'un animal vivant est mis à découvert, on reconnaît aisément que l'oreillette et le ventricule droits se resserrent et se dilatent alternativement. Ces mouvemens sont tellement combinés que le resserrement de l'oreillette arrive concurremment avec la dilatation du ventricule, et, *vice versâ*, la contraction du ventricule a lieu dans l'instant de la dilatation de l'oreillette. Ni l'une ni l'autre de ces cavités ne peuvent se dilater sans être remplies aussitôt par le sang, et quand elles se resserrent, elles expulsent nécessairement une partie de celui qu'elles contiennent, mais tel est le jeu des valvules tricuspides et sygmoïdes, que le sang est obligé de passer successivement de l'oreillette dans le ventricule, et celui-ci dans l'artère pulmonaire.

Entrons dans les détails de ce curieux mécanisme.

J'ai dit que le sang des trois veines qui aboutissent à l'oreillette droite fait un effort assez considérable pour y pénétrer. Si elle est contractée, cet effort est sans effet; mais aussitôt qu'elle se relâche, le sang se précipite dans sa cavité, la remplit, en distend les parois; il pénétrerait immédiatement dans le ventricule si celui-ci ne se contractait pas à cet instant. Le sang se borne donc à remplir exactement la cavité de l'oreillette; mais bientôt celle-ci se contracte, comprime le sang, qui s'échappe vers le lieu où la pression est moindre; or, il n'y a que deux issues : 1° les veines caves, 2° l'ouverture qui conduit dans le ventricule. Les colonnes sanguines qui arrivent à l'oreillette opposent une certaine résistance à son passage dans les veines caves où il reflue. Il trouve au contraire toute facilité pour entrer dans le ventricule, puisque celui-ci se dilate avec une certaine force, tend à produire le vide, et par conséquent aspire le sang de l'oreillette, loin de le repousser.

L'oreillette ne saurait, à raison du peu d'épaisseur de ses parois, offrir une dilatation aspiratoire ainsi que plusieurs physiologistes l'ont avancé. Étudiée sur un

---

(1) J'ai ouvert, à l'hôpital de la Pitié, le corps d'un homme qui avait succombé à un cancer du foie; il y avait ascite peu considérable, ce qui rentre dans les idées de M. Bouillaud, et de plus, chose très-remarquable, il y avait une très-grande quantité de liquide dans l'intestin grêle; on aurait dit qu'il y avait hydropisie en dehors et en dedans de cet intestin. Je fis introduire un tube dans la veine porte, et par ce tube je fis pousser une injection d'eau à travers le foie; le liquide arriva sans trop de difficulté jusqu'à l'oreillette droite; le foie n'était donc pas complètement obstrué : mais aussi la désorganisation n'était pas très-profonde, on reconnaissait encore le tissu de l'organe; çà et là se voyaient seulement quelques traces de dégénérescence lardacée; le reste du parenchyme était granulé et jaune, le foie était revenu sur lui-même, et comme racorni. Je ne regarde pas ce fait comme opposé à l'explication de M. Bouillaud, car il se peut que le foie, encore perméable à une injection d'eau, ait cessé, en tout ou en partie, de l'être au sang; or, d'après mes expériences sur l'absorption, il suffit d'une simple distension des vaisseaux sanguins pour ralentir et même pour empêcher l'absorption, ou, en d'autres termes, l'imbibition de leurs parois : il se peut encore que la force avec laquelle l'injection a été poussée à travers le foie ait été de beaucoup supérieure à celle qui faisait marcher le sang dans la veine porte chez le sujet dont il est ici question. Dans tous les cas on ne peut guère se refuser à penser qu'une lésion générale du foie, dans laquelle son tissu est sensiblement modifié, ne soit un obstacle à la circulation du sang à travers ce viscère.

cœur vivant mais vide, elle se contracte, puis elle se relâche, mais ce dernier moment est plutôt une détente élastique de ses fibres raccourcies qu'une dilatation active; en tous cas, ce mouvement est trop faible pour attirer le sang des veines caves et *aspirer* ce liquide. C'est, au contraire, le sang, qui, par la force d'impulsion qui l'anime, pénètre dans la cavité de l'oreillette et distend promptement ses parois.

Le jeu de l'oreillette se fait quelquefois, ainsi que je l'ai observé, d'une tout autre manière : la contraction n'a point lieu, sa cavité reste constamment distendue par le sang; seulement au moment où le ventricule droit se dilate pour recevoir le sang, il se fait un léger resserrement de l'oreillette, resserrement qui est dû, non à sa contraction vitale; mais à son élasticité.

Tout le sang qui sort de l'oreillette ne passe pas cependant dans le ventricule; l'observation a appris depuis long-temps qu'à chaque contraction de l'oreillette, une certaine quantité de liquide reflue dans les veines caves supérieures et inférieures. L'ondulation produite par cette cause se fait quelquefois sentir jusqu'aux veines iliaques externes, et dans les jugulaires; elle influe sensiblement, comme on verra, sur le cours du sang dans plusieurs organes, et surtout dans le cerveau.

La quantité de sang qui reflue de cette manière varie suivant la facilité avec laquelle ce liquide pénètre dans le ventricule. Si, à l'instant de sa dilatation, le ventricule contient encore beaucoup de sang qui n'a pu passer par l'artère pulmonaire, il ne pourra recevoir qu'une petite quantité de celui de l'oreillette, et dès lors le reflux sera plus considérable et s'étendra plus loin.

C'est ce qui arrive quand le cours du sang dans l'artère pulmonaire est ralenti, soit par quelques obstacles résidant dans le poumon, soit parce que le ventricule a perdu de la force avec laquelle il se contracte. Le reflux dont nous parlons est la cause du battement qui se voit dans les veines de certains malades, et qui porte le nom de *pouls veineux*.

Il ne peut rien se passer de semblable dans la veine coronaire, car son embouchure est garnie d'une valvule qui s'abaisse dans l'instant de la contraction de l'oreillette.

L'instant où l'oreillette cesse de se resserrer est celui où le ventricule entre en contraction; le sang qu'il contient est pressé fortement, et tend à s'échapper de tous côtés : il repasserait d'autant plus aisément dans l'oreillette, que, comme nous l'avons déjà dit plusieurs fois, elle se relâche dans cet instant; mais la valvule tricuspide, qui garnit l'ouverture oriculo-ventriculaire, s'oppose à ce reflux. Soulevée par le liquide placé au-dessous d'elle, et qui tend à passer dans l'oreillette, elle cède jusqu'à ce qu'elle soit devenue perpendiculaire à l'axe du ventricule; alors ses trois divisions ferment à peu près complètement l'ouverture; et comme les colonnes charnues tendineuses ne leur permettent point d'aller plus loin, véritable soupape elle résiste à l'effort du sang, et l'empêche ainsi de passer dans l'oreillette.

Il n'en est pas de même du sang qui, pendant la dilatation du ventricule, correspondait à la face oriculaire de la valvule; dans le mouvement de celle-ci il est soulevé et reporté dans l'oreillette, où il se mêle avec celui qui vient des veines caves et coronaires.

Ne pouvant vaincre la résistance à la valvule tricuspide, le sang du ventricule n'a plus d'autre issue que l'artère pulmonaire, dans laquelle il s'engage en soulevant les trois valvules sygmoïdes qui soutenaient la colonne de sang contenu dans l'artère pendant la dilatation du ventricule.

La dilatation du ventricule qui succède à sa contraction se fait avec une telle énergie, que beaucoup de personnes pensent que cette dilatation est active, et qu'elle résulte d'une propriété vitale particulière des parois ventriculaires. Je ne sais aucune raison plausible pour reconnaître comme exacte et véritable une telle supposition, et ne vois pas pourquoi la dilatation du ventricule ne serait pas un simple retour des fibres contractées à leur longueur de repos par l'effet de leur élasticité. Quoi qu'il en soit de la cause par laquelle les ventricules se dilatent, elle est très-intense, car

si vous prenez dans la main le cœur d'un animal vivant, vous êtes surpris de l'énergie avec laquelle la dilatation s'effectue. Le ventricule exerce donc une puissante aspiration sur le sang contenu dans l'oreillette, et qui, déjà pressé par sa force d'impulsion propre, et par la contraction de l'oreillette, pénètre brusquement dans la cavité du ventricule, et en produit une distension rapide. La promptitude de cette distension est telle qu'elle détermine le choc de la partie antérieure du ventricule sur le sternum, et donne naissance à un bruit particulier que l'oreille distingue facilement, et qui mérite toute l'attention du médecin. Ce bruit a été attribué, mais sans fondement, tantôt à la contraction de l'oreillette, tantôt au choc du sang sur les parois du ventricule au moment de son entrée dans sa cavité. Mais ces explications du bruit dont nous parlons sont erronées, car un cœur mis à nu et en action ne produit plus aucun bruit si le sternum est enlevé ou simplement écarté. Le bruit se fait entendre de nouveau dès que le sternum est rétabli dans sa position. Nous reviendrons sur cette question à l'occasion de la contraction du ventricule gauche.

Je viens d'exposer les phénomènes les plus apparens et les plus connus du passage du sang veineux à travers les cavités droites du cœur; il en est plusieurs autres qui me paraissent mériter une attention particulière :

A. On aurait une idée inexacte si l'on croyait que, dans la contraction du ventricule ou de l'oreillette, ces cavités se vident complètement du sang qu'elles contiennent : en observant le cœur d'un animal vivant, on voit bien, dans l'instant de la contraction, l'oreillette ou le ventricule diminuer sensiblement de dimension; mais il est évident qu'à l'instant où la contraction s'arrête, une certaine quantité de sang se trouve encore soit dans l'oreillette, soit dans le ventricule.

Il n'y a donc qu'une partie du sang de l'oreillette qui passe dans le ventricule quand elle se contracte. Il en est de même pour le sang du ventricule, dont une portion seulement passe dans l'artère pulmonaire lorsque le ventricule entre en contraction; et ces deux cavités sont donc réellement toujours pleines de sang. Comment déterminer la proportion du sang qui se déplace, et celle du sang qui reste? Elles doivent être variables suivant la force avec laquelle se contracte le ventricule ou l'oreillette, la facilité du passage du sang dans l'artère pulmonaire, la quantité de sang contenue dans l'oreillette ou le ventricule, la pression des trois colonnes sanguines qui débouchent dans l'oreillette, etc.

L'effort qu'exerce le sang qui arrive à l'oreillette est quelquefois si considérable, que celle-ci ne peut plus se contracter; elle reste distendue fortement pendant des heures entières; c'est seulement dans l'instant où le ventricule se relâche qu'en raison de son élasticité elle revient un peu sur elle-même. Ce phénomène arrive particulièrement dans les momens de grande distension du système veineux. Il donne une nouvelle preuve que l'élasticité peut remplacer la contractilité, *et vice versâ*. Dans plusieurs maladies de l'oreillette, la circulation doit s'y faire de cette manière.

B. Dès que le sang veineux est arrivé au cœur, il est continuellement agité, pressé, battu par les mouvemens de cet organe; tantôt il reflue dans les veines caves, ou se précipite dans l'oreillette; tantôt il passe avec rapidité dans le ventricule, et en ressort bientôt pour revenir dans l'oreillette, et retourner immédiatement dans le ventricule; tantôt il pénètre dans l'artère pulmonaire, rentre ensuite dans le ventricule, et éprouve de violentes secousses à chaque déplacement (1).

Agité, pressé de tant de manières et avec tant de force, le sang doit, pendant son séjour dans les cavités du cœur et dans l'artère pulmonaire, éprouver un mélange plus intime dans ses parties constituantes. Le chyle et la lymphe, que reçoivent les veines sous-clavières, doivent se répartir également dans le sang des deux veines caves. Ces deux espèces de sang doivent aussi se confondre et s'unir complètement.

---

(1) Il suffit d'avoir pu toucher une seule fois le cœur d'un animal vivant, pour avoir une idée de l'énergie de sa contraction.

C. Je suis tenté de croire avec Boerhaave que les colonnes charnues des cavités droites, indépendamment de leurs usages dans la contraction de ces cavités, doivent avoir une assez grande part dans cette collision, ce mélange des divers élémens du sang. En effet, le sang qui se trouve dans l'oreillette et le ventricule en occupe non-seulement la cavité centrale, mais encore toutes les petites cellules formées par les colonnes; par conséquent, à chaque contraction il est chassé en partie des cellules, et il est remplacé à chaque dilatation par du nouveau sang. Obligé de se partager ainsi en un grand nombre de petites masses afin de pouvoir occuper les cellules, pour se réunir ensuite lorsqu'il sera expulsé, le sang est agité de manière que les divers élémens éprouvent un mélange plus intime et bien nécessaire dans ce liquide, dont les parties constituantes ont une aussi grande tendance à se séparer. Par la même raison, le chyle, la lymphe, les boissons, qui sont apportés au cœur par les veines, et qui n'ont pu encore se mêler assez intimement avec le sang, doivent éprouver ce mélange en traversant ces cellules.

Si l'on veut prendre une idée de l'influence du côté droit du cœur sous ce rapport, on n'a qu'à pousser brusquement une certaine quantité d'air dans la veine jugulaire d'un chien, et examiner le cœur quelques instans après; on verra l'air agité, battu dans l'oreillette et le ventricule, y former une mousse volumineuse dont les aréoles sont très-fines.

J'ai souvent observé ces phénomènes sur les animaux vivans; j'ai pu dernièrement les constater de nouveau sur un cheval, dont le cœur avait été mis à découvert par une incision aux parties latérales du thorax et par la section d'une côte.

Passage du sang veineux à travers l'artère pulmonaire.

Malgré les travaux nombreux des physiologistes sur le mouvement du sang dans les artères, il reste encore beaucoup à faire sur ce sujet.

Ici l'expérience et l'observation sont encore les seuls guides fidèles; les explications doivent être très-restreintes, car la science qui pourrait les fournir, l'hydrodynamique, existe à peine dans tout ce qui a rapport au mouvement des fluides dans les canaux flexibles (1).

Je n'adopterai pas, pour la description du mouvement du sang dans l'artère pulmonaire, la marche suivie par les auteurs; je préfère parler d'abord du mouvement du sang dans cette artère au moment du relâchement du ventricule droit, et voir ensuite ce qui arrive quand ce ventricule se contracte et qu'il pousse du sang dans l'artère. Cette méthode me paraît avoir l'avantage de mettre dans tout son jour un phénomène dont l'importance ne me paraît pas avoir été suffisamment appréciée.

Supposons l'artère pleine de sang et abandonnée à elle-même, le liquide sera pressé dans toute l'étendue du vaisseau par les parois, qui tendent à revenir sur elles-mêmes et à effacer la cavité; le sang, ainsi pressé, cherchera à s'échapper de tous côtés: or, il n'a que deux voies pour fuir, l'orifice cardiaque, et les vaisseaux infiniment nombreux et ténus qui terminent l'artère dans le tissu du poumon.

L'orifice de l'artère pulmonaire au cœur étant très-large, le sang se précipiterait

(1) Je ne puis m'empêcher de citer ici les propres expressions de d'Alembert : « Le mécanisme du corps humain, la vitesse du sang, son action sur les vaisseaux, se refusent à la théorie; on ne connaît ni l'action des nerfs, ni l'élasticité des vaisseaux, ni leur capacité variable, ni la ténacité du sang, ni ses divers degrés de chaleur. Quand même chacune de ces choses serait connue, la grande multitude d'élémens qui entreraient dans une pareille théorie nous conduirait vraisemblablement à des calculs impraticables : c'est un des cas les plus composés d'un problème dont le plus simple serait fort difficile à résoudre. Lorsque les effets de la nature sont trop compliqués, ajoute l'illustre géomètre, pour pouvoir être soumis à nos calculs, l'expérience est la seule voie qui nous reste. »

facilement dans le ventricule s'il n'existait à cet orifice un appareil particulier, destiné à empêcher cet effet : je veux parler des trois valvules sygmoïdes. Appliqués contre les parois de l'artère au moment où le ventricule y pousse une ondée de sang, ces replis deviennent perpendiculaires à son axe; aussitôt que le sang tend à refluer dans le ventricule, ils se placent de telle façon qu'ils ferment complètement l'orifice de ce vaisseau.

A raison de la forme en cul-de-sac des valvules sygmoïdes, le sang qui entre dans leur cavité les gonfle, et tend à donner une figure circulaire à leurs fibres. Or, trois portions de cercle adossées laissent nécessairement entre elles un espace.

Il devrait donc rester entre les valvules de l'artère pulmonaire, quand elles sont abaissées par le sang, une ouverture par laquelle ce liquide pourrait refluer dans le ventricule.

Il est certain que si chaque valvule était seule, elle prendrait la forme demi-circulaire; mais il y en a trois : poussées par le sang, elles s'appliquent l'une contre l'autre; et comme elles ne peuvent s'étendre autant que leurs fibres le leur permettraient, elles se pressent l'un l'autre, à cause du petit intervalle où elles sont renfermées, et qui ne leur permet pas de s'étendre. Les valvules prennent donc la figure de trois triangles, dont le sommet est au centre de l'artère, et dont les côtés sont juxta-posés de manière à intercepter complètement la cavité de l'artère. Peut-être que les nœuds ou boutons qui se trouvent alors au sommet de chacun des triangles sont destinés à fermer plus exactement l'artère dans son centre (1).

Pour bien voir cet adossement des trois valvules, il faut pousser doucement de la cire ou du suif fondu dans l'artère pulmonaire, en dirigeant l'injection du côté du ventricule; celle-ci, une fois arrivée aux valvules, les remplit et les applique l'une contre l'autre, et l'orifice du vaisseau se trouve fermée avec assez d'exactitude pour qu'il ne pénètre pas une goutte d'injection dans le ventricule. Quand la cire ou le suif sont solidifiés par le refroidissement, on peut examiner comment les valvules ferment l'ouverture de l'artère.

Ne pouvant refluer dans le ventricule, le sang passera dans les radicules de veines pulmonaires, avec lesquelles les petites artérioles qui terminent l'artère pulmonaire se continuent; et ce passage durera tant que les parois de l'artère presseront avec assez de force le sang qu'elles contiennent, effet qui, à l'exception du tronc et des principales branches, a lieu jusqu'à ce que la totalité du sang soit expulsée.

On pourrait croire que la finesse des petits vaisseaux qui terminent l'artère pulmonaire est un obstacle à l'écoulement: cela pourrait être s'ils étaient en petit nombre, et si leur capacité totale était moindre ou même égale à celle du tronc; mais comme ils sont innombrables, et que leur capacité est beaucoup plus considérable que celle du tronc, l'écoulement s'y fait avec facilité. Il est cependant vrai de dire que l'état de distension ou d'affaissement du poumon rend plus ou moins facile ce passage, comme cela est exposé plus loin.

Pour que cet écoulement puisse s'effectuer avec facilité, il faut que la force de contraction des différentes divisions de l'artère soit partout en rapport avec leur grosseur. Si celle des petites, au contraire, était supérieure à celle des plus grosses, dès que les premières auraient expulsé le sang qui les remplissait, elles ne seraient que peu distendues par le sang provenant des secondes, et l'écoulement du liquide serait très-ralenti : or l'expérience est directement contraire à cette supposition. Si l'artère pulmonaire d'un animal vivant est liée immédiatement au-dessus du cœur, presque tout le sang contenu dans l'artère au moment où la ligature sera faite, passera assez promptement dans les veines pulmonaires et arrivera au cœur.

Voilà ce qui arrive quand le sang contenu dans l'artère pulmonaire est exposé à la

---

(1) Senac, *Traité de la Structure du Cœur*, etc.

seule action de ce vaisseau; mais, dans l'état ordinaire, à chaque contraction du ventricule droit, une certaine quantité de sang est poussée avec force dans l'artère; les valvules sont instantanément soulevées; l'artère et presque toutes ses divisions sont distendues, d'autant plus que le cœur s'est contracté avec plus de force, et qu'il a poussé une plus grande quantité de sang dans l'artère. Immédiatement après sa contraction, le ventricule se dilate, et dès cet instant les parois de l'artère reviennent sur elles-mêmes; les valvules sygmoïdes s'abaissent et ferment l'artère pulmonaire, jusqu'à ce qu'une nouvelle contraction du ventricule les soulève.

Telle est la seconde cause du mouvement du sang dans l'artère qui va au poumon; elle est, comme on voit, intermittente : cherchons à en apprécier les effets; pour cela, voyons les phénomènes les plus apparens du cours du sang dans l'artère pulmonaire.

Je viens de dire que dans l'instant où le ventricule pousse du sang dans l'artère, le tronc et toutes les divisions d'un certain calibre éprouvent une dilatation évidente. On nomme ce phénomène la *pulsation* de l'artère. La pulsation est très-sensible près du cœur; elle va en s'affaiblissant, à mesure qu'on s'en éloigne; elle cesse quand l'artère, par suite de sa division, est devenue très-petite.

Un autre phénomène, qui n'est qu'une suite du précédent, s'observe quand on ouvre l'artère. Si c'est près du cœur et dans un lieu où les battemens soient sensibles, le sang sort par un jet saccadé; si l'ouverture est faite loin du cœur, et dans une petite division, le jet est continu et uniforme; enfin, si on ouvre un des vaisseaux infiniment petits qui terminent l'artère, le sang sort, mais sans former de jet : il se répand uniformément en nappe.

Nous voyons d'abord dans ces phénomènes une nouvelle application du principe d'hydrodynamique déjà cité, relatif à l'influence de la largeur du tuyau sur le liquide qui le parcourt; plus le tuyau s'élargit, plus la vitesse se ralentit. La capacité du vaisseau allant croissant à mesure qu'il avance vers le poumon, il est nécessaire que la vitesse du sang diminue.

Quant à la pulsation de l'artère et à la saccade du sang qui s'en échappe quand elle est ouverte, on voit évidemment que les deux effets tiennent à la contraction du ventricule droit et à l'introduction d'une certaine quantité de sang dans l'artère, qui a lieu par cette cause. Pourquoi ces deux effets vont-ils en s'affaiblissant à mesure qu'ils se propagent, et pourquoi cessent-ils tout-à-fait dans les dernières divisions de l'artère? Il n'est pas impossible, je pense, d'en donner une raison mécanique satisfaisante.

En effet, concevons un canal cylindrique d'une longueur quelconque, à parois élastiques, et plein de liquide : si l'on y introduit tout-à-coup une certaine quantité de nouveau liquide, la pression sera répartie également sur tous les points des parois, qui seront également distendues. Supposons maintenant que le canal se divise en deux parties, dont les sections réunies forment une surface égale à celle de la section du canal : la distension produite par l'introduction brusque d'une certaine quantité de liquide se fera moins sentir dans les deux divisions que dans le canal; car la circonférence totale des deux canaux étant plus considérable que celle du canal unique, elle résistera davantage; et si l'on suppose enfin que ces deux premières divisions se divisent et se subdivisent à l'infini, comme la somme des circonférences des petits canaux sera de beaucoup supérieure à celle du canal unique, la même cause qui produira une distension sensible dans le canal et ses principales divisions n'en produira plus d'appréciable dans les dernières divisions, à raison de la résistance plus considérable des parois (1). Le phénomène sera encore plus marqué si la capacité des divisions, au lieu d'être égale, est supérieure à celle du canal.

---

(1) Pour bien concevoir ceci, il faut se rappeler que les surfaces des cercles sont proportion-

Cette dernière supposition est réalisée dans l'artère pulmonaire, dont la capacité augmente à mesure qu'elle se divise et se subdivise; par conséquent il est évident que les effets de l'introduction de la quantité de sang à chaque contraction du ventricule droit doivent diminuer en se propageant, et cesser tout-à-fait dans les dernières divisions du vaisseau.

Ce qu'il ne faut pas omettre, c'est que la contraction du ventricule droit est la cause qui met continuellement en jeu l'élasticité des parois de l'artère, c'est-à-dire qui les maintient distendues au point qu'en vertu de leur élasticité elles font toujours effort pour revenir sur elles-mêmes et expulser le sang. D'après cela, on voit que des deux causes qui font mouvoir le sang dans l'artère pulmonaire, il n'en existe réellement qu'une seule, c'est la contraction du ventricule, celle de l'artère n'étant que l'effet de la distension qu'elle a éprouvée dans l'instant où une certaine quantité de sang a pénétré dans sa cavité, pressée par le ventricule.

Des auteurs ont cru voir dans le resserrement de l'artère pulmonaire quelque chose d'analogue à la contraction des muscles; mais, soit qu'on l'irrite avec la pointe d'un instrument ou des caustiques, soit qu'on la soumette à un courant galvanique, jamais aucun mouvement analogue à celui des fibres musculaires ne s'y fait apercevoir. Ce resserrement doit donc être considéré comme un simple effet de l'élasticité.

Pour faire bien sentir l'importance de l'élasticité des parois de l'artère, supposons un instant qu'avec ses dimensions et sa forme ordinaires elle devienne un canal inflexible : aussi le cours du sang est complètement changé; au lieu de traverser le poumon d'une manière continue, il ne passera plus dans les veines pulmonaires que dans l'instant où il sera poussé par le ventricule; encore faut-il supposer que celui-ci enverra toujours assez de sang pour tenir l'artère parfaitement pleine; s'il en était autrement, le ventricule pourrait se contracter plusieurs fois avant que le sang traversât le poumon. Au lieu de cela, voyons ce qui se passe réellement : que le ventricule cesse, pour quelques instans, d'envoyer du sang dans l'artère, le cours du sang dans le poumon n'en continuera pas moins car l'artère se rétrécit à mesure que l'écoulement s'effectue, et il faudrait qu'elle eût le temps de se vider complètement pour que le cours du sang s'arrêtât tout-à-fait: cette suspension ne peut arriver pendant la vie. Le passage du sang à travers le poumon est nécessairement continu, mais inégalement rapide, suivant la quantité de sang que le ventricule envoie dans l'artère pulmonaire à chaque contraction.

A diverses reprises, on a cherché à déterminer la quantité de sang qui entre dans l'artère pulmonaire à chacune des contractions du ventricule; en général, on a pris pour mesure la capacité de celui-ci, croyant que tout le sang qui s'y trouve passe dans l'artère au moment de la contraction; mais ce qui a été dit plus haut fait assez voir combien cette appréciation est inexacte, et puisqu'il n'y a qu'une partie du sang qui entre dans l'artère, et qu'il est impossible de savoir combien passe et combien reste, il est évident que tous les calculs ne conduisent pas à la connaissance de la vérité.

Au reste, c'est bien plutôt le mécanisme par lequel le sang passe du ventricule dans l'artère, et celui de son cours dans ce vaisseau, qu'il importe de saisir; connaîtrait-on avec précision la quantité de sang qui passe dans un temps donné, aucune conséquence importante ne s'en déduirait.

En parcourant les petits vaisseaux qui terminent l'artère et qui commencent les veines pulmonaires, le sang veineux change de nature par l'effet du contact de l'air;

---

nelles aux carrés de leurs circonférences. Ainsi, dans la division du canal en deux autres, que nous avons supposée, si chaque circonférence devenait seulement moitié de la circonférence primitive, les surfaces de chacun des canaux secondaires ne seraient que le quart de la surface du canal primitif; et ces surfaces réunies ne formeraient que la moitié de celle du canal. Pour que l'égalité ait lieu, il faut donc que les circonférences réunies des deux divisions excèdent la circonférence du canal principal.

il acquiert les qualités de sang artériel : c'est ce changement dans les propriétés du sang, qui constitue essentiellement la respiration.

DE LA RESPIRATION,

OU TRANSFORMATION DU SANG VEINEUX EN SANG ARTÉRIEL.

L'une des conditions indispensables à notre existence, c'est que le sang soit sans cesse en contact avec l'air par une surface équivalente, pour l'étendue, à la superficie du corps. Dans ce contact l'air enlève au sang quelques-uns des élémens qui le composent, et réciproquement le sang s'empare des élémens de l'air. L'échange chimique qui s'établit ainsi entre le sang et l'air, constitue la *respiration* ou la *transformation du sang veineux en sang artériel.*

Des auteurs estimés en ont une autre idée ; plusieurs la définissent l'entrée et la sortie de l'air du poumon; mais ce double mouvement peut s'effectuer sans qu'il y ait pour cela respiration. D'autres croient qu'elle consiste dans le passage du sang à travers le poumon ; mais il arrive souvent que ce passage se fait quoiqu'il n'y ait pas respiration.

Pour étudier avec fruit cette fonction, il faut avoir une connaissance exacte de la structure du poumon, des notions précises sur les propriétés physiques et chimiques de l'air atmosphérique; il faut savoir par quel mécanisme cet air peut pénétrer dans la poitrine ou en sortir. Quand nous aurons fait connaître chacun de ces points, nous décrirons le phénomène de la transformation du sang veineux en sang artériel.

Des poumons.

Dans la structure des poumons, la nature a résolu un problème mécanique d'une extrême difficulté : il s'agissait d'établir une immense surface de contact entre le sang et l'air, dans l'espace peu considérable qu'occupent les poumons. L'artifice admirable employé consiste en ce que chacun des petits vaisseaux qui terminent l'artère pulmonaire et commencent les veines du même nom est environné de tous côtés par l'air. Or, en additionnant les parois de tous les capillaires du poumon, on aura une surface extrêmement étendue, où le sang n'est séparé de l'air que par la paroi mince des vaisseaux qui le contiennent. Si cette paroi était imperméable, comme le serait, par exemple, une lame métallique, ce serait en vain que l'air se trouverait si près du sang, il n'y aurait aucune réaction chimique des deux corps l'un sur l'autre; mais toutes les membranes de l'économie, particulièrement celles qui sont minces, sont facilement perméables aux gaz, et même aux liquides peu visqueux, en sorte que les parois des capillaires pulmonaires, suffisamment épaisses pour retenir toute la partie visqueuse du sang ne mettent que fort peu d'obstacle au passage des gaz et à celui de la sérosité du sang ; elles se laissent également traverser par les liquides ou vapeurs qui sont accidentellement introduits dans les poumons.

Il ne faudrait pas cependant supposer que le poumon a, relativement à la respiration, des propriétés tout-à-fait spéciales à l'exclusion des autres organes ; car tous les petits vaisseaux qui contiennent du sang veineux, et qui se trouvent accidentellement en contact avec l'air, deviennent le siége du phénomène de la respiration. Le poumon est seulement beaucoup mieux disposé qu'aucun autre organe pour la production du phénomène.

Sous le rapport anatomique, les poumons sont deux organes vasculaires, d'un

volume considérable, situés dans les parties latérales de la poitrine. Leur parenchyme est divisé et subdivisé en lobes et en lobules, dont le nombre, la forme et les dimensions sont difficiles à déterminer.

L'examen attentif d'un lobule pulmonaire apprend qu'il est formé par un tissu spongieux, dont les aréoles sont si petites, qu'il faut une forte loupe pour les voir distinctement; ces aréoles communiquent toutes entre elles, et sont ensemble enveloppées par une couche mince de tissu cellulaire, qui les sépare des lobules voisins.

Dans chaque lobule viennent se rendre une des divisions des bronches et une de l'artère pulmonaire; cette dernière se distribue dans l'épaisseur du lobule; elle s'y transforme en un nombre infini de radicules des veines pulmonaires. Ce sont ces nombreux petits vaisseaux par lesquels se termine l'artère et commencent les veines pulmonaires, qui, en s'entrecroisant et s'anastomosant de diverses manières, forment les aréoles du tissu des lobules (1); la petite division bronchique qui aboutit au lobe ne pénètre pas dans son intérieur, et finit brusquement aussitôt qu'elle est arrivée au parenchyme.

Cette dernière circonstance me paraît remarquable; car, puisque la bronche au pénètre pas dans le tissu spongieux du poumon, il est peu probable que la surface des cellules avec lesquelles l'air se trouve en contact soit revêtue par la membrane muqueuse. L'anatomie la plus exacte ne pourrait du moins en démontrer l'existence dans cet endroit.

Une partie du nerf de la huitième paire et des filets du sympathique se répandent dans le poumon, mais sans qu'on sache comment ils s'y comportent. La surface de l'organe est recouverte par la plèvre, membrane séreuse analogue au péritoine pour la structure et les fonctions.

Autour des bronches, et près du lieu où elles s'enfoncent dans le tissu du poumon, existent un certain nombre de glandes lymphatiques dont la couleur est à peu près noire, et auxquelles viennent se rendre les vaisseaux lymphatiques peu nombreux qui naissent de la surface et de la profondeur du tissu pulmonaire.

L'art des injections fines nous fournit, relativement au poumon, quelques renseignemens qu'il ne faut pas laisser échapper.

Si l'on pousse une injection d'eau colorée dans l'artère pulmonaire, la matière injectée passe aussitôt dans les veines pulmonaires; mais en même temps une petite partie pénètre dans les bronches. Si l'injection est faite par une veine pulmonaire, le liquide passe de même en partie dans l'artère, et en partie dans les bronches. Enfin, si l'on introduit l'injection par la trachée, on la voit quelquefois pénétrer dans l'artère et dans les veines pulmonaires, et même dans l'artère et la veine bronchique.

Les poumons remplissent en grande partie la cavité de la poitrine, s'agrandissent et se resserrent avec elle; formés presque en totalité par des vaisseaux sanguins ou aériens très-élastiques, ils sont eux-mêmes doués d'une très-grande élasticité; et comme ils communiquent avec l'air extérieur par la trachée-artère et le larynx, chaque fois que la poitrine s'agrandit, ils sont distendus par l'air, qui est expulsé quand la poitrine reprend ses dimensions premières. Il est donc nécessaire que nous nous arrêtions un instant à l'examen de cette cavité.

La *poitrine*, ou le *thorax*, a la forme d'un conoïde, dont le sommet est en haut, la base en bas; en arrière, la poitrine est formée par les vertèbres dorsales, en avant par le sternum, et latéralement par les côtes; ces derniers os sont au nombre de douze de chaque côté: on distingue les côtes en *vertébro-sternales*, et en *vertébrales*. Il y en a sept des premières et cinq des secondes. Les vertébro-sternales, ou

---

(1) Cette disposition existe d'une manière on ne peut plus évidente dans les poumons des reptiles.

les *vraies* côtes, sont les plus supérieures ; elles s'articulent en arrière avec les vertèbres, comme les vertébrales ; en avant, elles s'articulent avec le sternum, au moyen d'un prolongement appelé *cartilage des côtes.*

C'est la longueur, la disposition, et les mouvemens des côtes sur les vertèbres, qui déterminent la forme et les dimensions apparentes de la poitrine.

Le même muscle que nous avons vu former la paroi supérieure de l'abdomen, forme aussi la paroi inférieure du thorax ; il s'attache, par sa circonférence, au contour de la base de la poitrine ; mais son centre s'élève dans la cavité pectorale, et forme, lorsqu'il est relâché, une voûte dont la partie moyenne est de niveau avec l'extrémité inférieure du sternum : en sorte que la cavité du thorax se trouve partagée en deux portions, l'une supérieure ou *pectorale*, et l'autre inférieure ou *abdominale.* En effet, c'est dans la première seulement que sont logés les organes pectoraux, tels que les poumons, le cœur, etc. La seconde contient le foie, la rate, l'estomac, etc.

Des muscles nombreux s'attachent aux os qui forment la charpente du thorax : de ces muscles, les uns sont destinés à rendre les côtes moins obliques sur la colonne vertébrale ou à agrandir la capacité de la poitrine ; les autres abaissent les côtes, les rendent plus obliques sur les vertèbres, et diminuent ainsi la capacité du thorax.

Il importe que nous prenions connaissance du mécanisme par lequel la poitrine s'agrandit ou se resserre, plusieurs phénomènes de la respiration étant liés intimement avec ses variations de capacité.

La poitrine peut se dilater verticalement, transversalement et d'avant en arrière, c'est-à-dire suivant ses principaux diamètres.

Le principal, et pour ainsi dire le seul agent de la dilatation verticale, c'est le diaphragme, qui, en se contractant, tend à perdre sa forme voûtée et à devenir plane, mouvement qui ne peut s'effectuer sans que la portion pectorale du thorax s'accroisse, et sans que la portion abdominale diminue. Les côtés de ce muscle, qui sont charnus et correspondent aux poumons, descendent davantage que le centre, qui, étant aponévrotique, ne peut faire aucun effort par lui-même, et qui d'ailleurs est retenu par ses attaches au sternum et son union avec le péricarde. Dans la plupart des cas, cet abaissement du diaphragme suffit pour la dilatation de la poitrine ; mais il arrive souvent que le sternum et les côtes, en changeant de rapports entre eux et la colonne vertébrale, produisent une augmentation sensible de la cavité pectorale.

Rien n'est plus simple à concevoir que le mécanisme de ce mouvement, dès que la disposition physique des parties est bien connue ; et cependant il a été l'objet de discussions très-vives entre des auteurs estimables, qui ont donné à cette question une importance que peut-être elle ne méritait pas.

Si de semblables disputes conduisaient à la vérité, on regretterait moins le temps que les savans y consacrent ; mais il est fort rare qu'elles aient ce résultat : c'est du moins ce qui n'est pas arrivé relativement au mécanisme de la dilatation du thorax. Après un grand nombre de raisonnemens, d'expériences en apparence exactes, Haller est parvenu à faire prévaloir ses idées, qui ne me paraissent rien moins que satisfaisantes.

Je vais m'expliquer sur ce point avec toute la franchise que commande une autorité aussi respectable.

Son explication de la dilatation du thorax, généralement adoptée en ce moment, repose sur des bases que je crois fausses. Il pose en fait que la première côte est presque immobile (1), et que le thorax ne peut faire aucun mouvement de totalité,

(1) Primum par (costarum) firmissimun est, indè ut quæque inferiori loco ponitur, ità faciliùs emovetur, donec infima mobilissima fluctuet. Haller, *Elementa Physiologiæ,* tom. III, pag. 39, lib. VIII.

soit en bas, soit en haut (1). Il est difficile de concevoir comment un observateur aussi habile que Haller a pu avancer et soutenir une pareille idée ; car il suffit d'examiner sur soi-même les mouvemens de la respiration, pour avoir aussitôt la preuve que le sternum et la première côte s'élèvent dans l'inspiration, et s'abaissent dans l'expiration. L'examen du thorax sur le cadavre donne le même résultat : on n'a qu'à tirer en haut le sternum, il cède, et toutes les côtes sternales, y compris la première se redressent sur la colonne vertébrale, et le thorax s'agrandit sensiblement.

Après avoir établi que la première côte est presque immobile, il dit que la seconde présente une mobilité cinq ou six fois plus considérable; que la troisième en offre une encore plus grande, et que la mobilité va croissant jusqu'aux côtes les plus inférieures.

En n'ayant égard qu'aux vraies côtes, les seules importantes à considérer ici, je crois que l'observation est directement opposée à ce qu'a avancé Haller, c'est-à-dire que la première côte est plus mobile que la seconde, celle-ci plus que la troisième, et ainsi de suite, jusqu'à la septième.

Mais pour juger sainement du degré de mobilité des côtes, il ne faut pas se borner à observer le mouvement qu'elles exécutent à leur extrémité ; car, comme elles sont d'une longueur très-inégale, un léger mouvement dans l'articulation, quand la côte est longue, paraîtra très-étendu à l'extrémité; de même un mouvement assez étendu dans l'articulation d'une côte courte pourra paraître peu de chose, examiné à son extrémité. Il faut, au contraire, considérer le mouvement des côtes en leur supposant à toutes une longueur égale, et alors il devient de toute évidence que la mobilité va décroissant depuis la première jusqu'à la septième; cette dernière est même presque immobile (2).

La disposition anatomique des articulations postérieures donne la raison de cette différence de mobilité.

La première côte n'a qu'une seule facette articulaire à sa tête, et ne s'articule qu'avec une seule vertèbre ; elle n'a point de ligament interne, ni de ligament costo-transversaire. Le ligament postérieur de l'articulation avec l'apophyse transverse est horizontal, et ne peut empêcher ni l'élévation ni l'abaissement de la côte.

Aucune de ces dispositions favorables au mouvement n'existe dans les autres vraies côtes; elles ont deux facettes articulaires à leur tête, et s'articulent avec deux vertèbres. Il y a un ligament interne dans l'articulation, qui ne permet qu'un glissement très-limité; un ligament costo-transversaire, fixé à l'apophyse transverse supérieure, empêche la côte de descendre ; un ligament postérieur, dirigé de bas en haut, se voit derrière l'articulation de la tubérosité, et empêche la côte de monter. Cependant des nuances particulières dans la disposition de ces divers ligamens permettent les divers degrés de mobilité dont nous avons parlé.

Du reste, il est évident que la mobilité moindre se trouvant dans les côtes les plus longues, il y a compensation, et, par cette raison, elles peuvent exécuter des mouvemens aussi étendus que la première, quoique moins mobiles; par la même cause, il serait possible qu'elles offrissent un mouvement plus étendu.

---

(1) Totum tamen pectus, ut nunquam elevari vidi, ita nunquam deprimi. HALLER, *loc. cit.*

(2) *Mobilité des côtes* est une expression qui peut être entendue différemment, et qui par conséquent est obscure; je l'applique seulement ici aux vraies côtes, en leur supposant une longueur égale à la première. Je mesure l'arc de cercle que peut décrire de bas en haut et de haut en bas l'extrémité libre des côtes ainsi coupées. J'examine ensuite le mouvement de rotation qu'elles peuvent exercer sur elles-mêmes, et je vois que la première côte est beaucoup plus mobile que la septième; la première côte jouit même d'une espèce de mouvement qui ne se rencontre dans aucune autre; elle peut être élevée en totalité en haut, dans une étendue de près d'un centimètre, à raison du défaut de ligament interne dans son articulation vertébrale. Maintenant, si l'on voulait appeler mobilité des côtes le léger mouvement qui peut avoir lieu dans leur articulation sternale, ou bien celui que permet l'élasticité de leur cartilage, il est évident que la première côte serait moins mobile que les autres.

Cette compensation présente des avantages; car les vraies côtes, leurs cartilages, le sternum, ne se meuvent guère qu'ensemble, et le mouvement de l'une de ces pièces entraîne presque toujours celui de toutes les autres; il s'ensuit donc que, si les côtes inférieures étaient plus mobiles, elles ne pourraient faire un mouvement plus étendu que celui dont elles sont susceptibles, et la solidité du thorax se trouverait diminuée sans que sa mobilité y gagnât.

Dans la plupart des sujets, et souvent jusqu'à l'âge le plus avancé, le sternum est composé de deux pièces (1) articulées par symphise mobile au niveau du cartilage de la deuxième côte. Cette disposition permettant à l'extrémité supérieure de la pièce inférieure de se porter un peu en avant, concourt à l'agrandissement de la poitrine d'une manière qui, je crois, n'avait pas encore été remarquée.

Mais quels sont les muscles qui élèvent le sternum et les côtes, et qui par conséquent dilatent la poitrine? Si l'on en croit Haller, les inter-costaux sont les principaux agens de cette élévation. Les premiers inter-costaux, dit-il, trouvent un point fixe sur la première côte, qui est immobile, et élèvent la seconde côte; et successivement tous les autres inter-costaux prennent leur point fixe sur la côte supérieure et élèvent l'inférieure.

Nous venons de voir tout-à-l'heure que la première côte est loin d'être immobile; l'explication de Haller tombe donc par cela même, et je ne pense pas que les inter-costaux internes ou externes puissent seuls, quoi qu'on en ait dit, produire l'élévation des côtes. Les muscles qui me paraissent destinés à cet usage sont ceux qui, ayant une extrémité fixée médiatement ou immédiatement sur la colonne vertébrale, la tête ou les membres supérieurs, peuvent agir par l'autre directement ou indirectement sur le thorax, de manière à l'élever. Parmi ces muscles, je citerai les scalènes antérieurs et les postérieurs, les sur-costaux, les muscles du cou qui s'attachent au sternum, etc. J'y ajouterai un muscle auquel on n'a point jusqu'ici attribué cet usage; je veux dire le diaphragme. En effet, ce muscle s'attache par sa circonférence à l'extrémité inférieure du sternum, à la septième vraie côte et à toutes les fausses; quand il se contracte, il refoule en bas les viscères; mais, pour cela, le sternum et les côtes doivent présenter une résistance suffisante à l'effort qu'il fait pour les tirer en haut. Or, la résistance ne peut être qu'imparfaite, puisque toutes ses parties sont mobiles; c'est pourquoi chaque fois que le diaphragme se contracte, il doit toujours élever plus ou moins le thorax. En général, l'étendue de l'élévation sera en raison directe de la résistance des viscères abdominaux et de la mobilité des côtes.

Il est une autre cause de la dilatation du thorax à laquelle on a donné jusqu'ici peu d'attention, et qui me paraît cependant très-importante : je veux parler de la pression atmosphérique qui s'exerce dans toute la surface intérieure de la cavité par l'intermédiaire des poumons. Cette pression a une telle influence, que, si par une cause quelconque elle cesse d'avoir lieu, la poitrine ne se dilate plus : en vain les muscles élévateurs des côtes agissent sur ces os, en vain le diaphragme se contracte; la partie du thorax qui n'est pas pressée intérieurement par l'air atmosphérique ne se dilate pas. Ce phénomène est très-marqué dans les affections de la poitrine, les pneumonies, les œdèmes, les emphysèmes des poumons, et les divers épanchemens; tantôt il se voit dans tout un côté du thorax et dans une partie du côté opposé, d'autres fois il ne s'observe que dans une étendue de trois ou quatre côtes d'un seul côté, les autres côtes du même côté continuant à se mouvoir. Il est si vrai que la pression atmosphérique est pour beaucoup dans la dilatation du thorax, que si elle cesse d'agir pendant un certain temps, le côté qui en est privé se resserre, et finit par s'oblitérer, non sans qu'il en résulte un grand changement dans la taille et dans la conformation générale du thorax. Une autre preuve que l'on peut ajouter se voit dans

---

(1) Ce fait anatomique est indiqué dans l'anatomie de M. H. Cloquet.

la facilité avec laquelle on dilate la poitrine d'un cadavre en soufflant par la trachée, et dans la difficulté qu'on éprouve en cherchant à la dilater en soulevant les côtes et le sternum.

Il n'est pas indispensable que cette pression s'exerce par l'intermédiaire des poumons, comme le prouve l'expérience suivante: fermez par une ligature la trachée-artère à un animal, aussitôt il se consumera en efforts impuissans pour dilater la cavité de la poitrine; faites une ouverture dans un espace intercostal, aussitôt l'air se précipitera dans le côté de la poitrine ouvert, et ce côté s'agrandira facilement à chaque inspiration; faites une ouverture du côté opposé, et vous observerez le même effet. On peut même remarquer que l'élévation des côtes est plus complète et plus facile que dans la respiration ordinaire; on en conçoit aisément la raison : la pression de l'air agit alors non plus par l'intermédiaire du poumon, mais directement sur les parties qu'elle concourt à mouvoir.

Dans l'élévation générale du thorax, la forme de cette cavité change nécessairement, ainsi que les rapports des os qui la composent ; c'est particulièrement pour se prêter à ces changemens que paraissent destinés les cartilages des côtes: dès qu'ils sont ossifiés, et qu'ils perdent par conséquent leur souplesse, la poitrine devient presque immobile.

Pendant que le sternum est porté en haut, son extrémité inférieure est dirigée un peu en avant ; il éprouve ainsi un léger mouvement de bascule ; les côtes deviennent moins obliques sur la colonne vertébrale ; elles s'écartent tant soit peu l'une de l'autre, et leur bord inférieur est dirigé en dehors, en raison d'une petite torsion qu'éprouve le cartilage. Tous ces phénomènes ne sont bien apparens que dans les côtes supérieures ; ils le sont à peine dans les inférieures.

Pour bien juger du mécanisme de l'inspiration, il faut l'étudier sur un individu maigre, et âgé de moins de trente ans ; tous les phénomènes que je viens de décrire seront visibles, mais ils deviendront bien plus apparens si l'individu est atteint d'une difficulté de respirer. C'est alors que paraîtra dans tout son jour le jeu des puissances qui élèvent le thorax, que les scalènes se gonfleront à chaque inspiration (1), et se relâcheront à chaque expiration; quant aux muscles intercostaux, dans les respirations laborieuses, tantôt ils se contractent dans l'instant de l'inspiration, et tantôt, au contraire, ils se relâchent, et alors il se produit un enfoncement remarquable dans chaque espace intercostal.

Il résulte de l'élévation du thorax un agrandissement général de cette cavité, soit d'avant en arrière, soit transversalement, soit même de haut en bas.

Cet agrandissement est nommé *inspiration;* il offre trois degrés bien marqués : 1° l'inspiration *ordinaire*, qui se fait par l'abaissement du diaphragme et une élévation presque insensible du thorax; 2° l'inspiration *grande,* dans laquelle il y a élévation évidente du thorax, en même temps qu'il y a abaissement du diaphragme; 3° enfin, l'inspiration *forcée*, dans laquelle les dimensions du thorax sont augmentées dans tous les sens, autant que le permet la disposition physique de cette cavité.

Dans le premier degré de l'inspiration, l'air ne pénètre que dans quelques parties du poumon; dans le deuxième, il s'avance davantage; mais ce n'est que dans le troisième qu'il s'introduit dans toute l'étendue du poumon; aussi est-ce ce dernier mode d'inspirer qu'il faut faire exécuter au malade quand il s'agit d'étudier l'état des organes respiratoires.

A la dilatation du thorax succède l'*expiration*, c'est-à-dire le retour du thorax en sa position et à ses dimensions ordinaires. Le mécanisme de ce mouvement est justement l'inverse de celui que nous venons de décrire. Il est produit par l'élasticité

---

(1) J'appelle cette contraction des scalènes *le pouls respiratoire ;* et en effet, le doigt appliqué sur l'un des scalènes donne une idée de l'effort que fait le malade pour respirer.

des cartilages et des ligamens des côtes, qui tendent à revenir sur eux-mêmes, par le relâchement des muscles qui avaient élevé le thorax, et enfin par la contraction d'un grand nombre de muscles disposés de façon qu'ils abaissent le thorax, et le rétrécissent. Parmi ces muscles, qui sont très-nombreux et très-forts, il faut distinguer les muscles larges de l'abdomen, le dentelé postérieur et inférieur, le grand dorsal, le sacro-lombaire, etc.

Le resserrement du thorax, ou l'expiration, présente aussi trois degrés : 1° l'*expiration ordinaire,* 2° l'*expiration grande,* 3° et l'*expiration forcée.*

Dans l'expiration ordinaire, le relâchement du diaphragme, refoulé par les viscères abdominaux, pressés eux-mêmes par les muscles antérieurs de cette cavité, produit la diminution du diamètre vertical. Le relâchement des muscles inspirateurs et une contraction légère des expirateurs, permettant aux côtes et au sternum de reprendre leurs rapports ordinaires avec la colonne vertébrale, produisent l'expiration grande.

Mais le rétrécissement de la poitrine peut aller au-delà. Si les muscles abdominaux et les autres muscles expirateurs se contractent avec force, il en résulte un refoulement plus marqué du diaphragme, un abaissement plus grand des côtes et un rétrécissement de la base de la poitrine, et par conséquent une diminution plus considérable de la capacité thoracique. C'est ce qu'on nomme expiration forcée.

Pour faire comprendre comment le poumon se dilate et se resserre avec le thorax, Mayow comparait le poumon à une vessie placée à l'intérieur d'un soufflet, et qui communiquerait avec l'air extérieur par le tuyau de l'instrument. Cette comparaison, juste sous plusieurs rapports, est inexacte sous un point de vue très-important : la vessie est une membrane inerte qui se laisse distendre par la pression de l'air, et qui ne revient sur elle-même que par la compression des parois du soufflet. Le poumon est dans une condition bien différente : il tend continuellement à revenir sur lui-même, à occuper un espace moindre que la capacité de la cavité qu'il remplit ; il exerce donc une traction sur tous les points des parois thoraciques. Cette traction a peu d'effet sur les côtes, qui ne peuvent céder, mais elle a une grande influence sur le diaphragme : par elle ce muscle est toujours tendu et tiré en haut de manière à prendre la forme de voûte ; quand le muscle s'abaisse en se contractant, il est obligé d'entraîner les poumons vers la base de la poitrine ; ces organes se trouvent aussi de plus en plus distendus, et, en vertu de leur élasticité, ils tendent avec d'autant plus d'énergie à revenir sur eux-mêmes et à ramener le diaphragme en haut. Le diaphragme serait en effet brusquement rétabli dans la forme voûtée dès qu'il cesse de se contracter, n'était un mouvement particulier de la glotte, dont nous parlerons plus bas, et qui oppose quelques difficultés à la sortie de l'air de la poitrine. L'ascension du diaphragme, dans l'expiration, est en outre favorisée par l'élasticité, ou même la contraction des muscles de l'abdomen, qui ont été distendus par le refoulement des viscères au moment de la contraction du diaphragme.

Pour juger de cette action réciproque du diaphragme et du poumon, il faut, sur un jeune animal, mettre à découvert les muscles intercostaux d'un des côtés de la poitrine, et alors on voit à travers ces muscles le poumon et le diaphragme monter et descendre de concert, et sans qu'il existe aucun intervalle entre ces deux organes ; on voit aussi que le poumon est toujours appliqué contre les parois du thorax, et qu'il glisse sur ces parois dans ses divers mouvemens. Il est encore facile de remarquer que, durant l'expiration, une assez grande étendue de la face supérieure du diaphragme s'applique contre les parois du thorax, et occupe l'espace que le poumon remplissait pendant l'inspiration.

Ici se présente une question importante : nous voyons bien que le diaphragme, en s'abaissant, tire en bas le poumon, mais il le tire encore après l'expiration ; car si, à cet instant, les parois du thorax sont ouvertes, et que l'air extérieur ait accès direct sur le poumon, celui-ci s'affaisse beaucoup. Le diaphragme s'opposait donc à cet affaissement avant l'ouverture ; en effet, le relâchement du diaphragme n'est

jamais complet durant la vie, et je le prouve par l'expérience que voici : rendez visibles les mouvemens du poumon sur un jeune lapin ; remarquez le point où s'arrête l'ascension du diaphragme dans les expirations les plus complètes ; dans l'instant d'une expiration de ce genre, coupez la moelle épinière au cou ; au moment de la section, vous verrez le diaphragme remonter d'un ou même deux intervalles intercostaux. Il y a donc, durant la vie, dans le moment où le diaphragme semble relâché autant que possible, une certaine force qui ne lui permet pas de céder à la tendance qu'ont les poumons de revenir sur eux-mêmes, et cette force paraît soumise à l'influence nerveuse.

Mais la question n'est qu'en partie résolue : après la mort même, l'antagonisme du diaphragme et du poumon est loin d'être détruit ; le diaphragme est voûté, le poumon est distendu, et la preuve est à la portée de chacun : une ouverture faite aux parois thoraciques a pour effet d'affaisser les poumons, et de les confiner (quand ils sont sains) sur les côtés de la colonne vertébrale, et de rendre le diaphragme flasque et flottant, dès qu'il n'est plus soutenu par les viscères abdominaux. Voilà ce qui existe chez l'individu qui a respiré, voilà ce qui n'existe pas chez le fœtus qui n'a point exécuté la respiration. Comment le double effort du diaphragme sur le poumon et du poumon sur le diaphragme s'est-il établi ? J'avoue que je l'ignore. Ce serait un sujet de recherches curieuses.

De l'air.

De toutes parts, et jusqu'à quinze ou vingt lieues de hauteur, la terre est environnée d'un fluide rare et transparent que l'on nomme *air*, et dont la masse totale forme l'*atmosphère*.

L'air est un *fluide élastique*, c'est-à-dire qui par lui-même a la propriété d'exercer une pression sur les corps qu'il entoure et sur les parois des vases qui le contiennent. Cette propriété suppose dans les particules dont l'air se compose une tendance continuelle à se repousser les unes les autres.

Une autre propriété de l'air est la *compressibilité*, c'est-à-dire que son volume change avec la pression qu'il supporte. L'expérience apprend qu'une même masse d'air, soumise successivement à des pressions différentes, occupe des espaces ou des volumes qui sont en raison inverse des pressions ; en sorte que la pression devenant double, triple, quadruple, ce volume se réduit à la moitié, au tiers, au quart.

Dans l'atmosphère, la pression que supporte une masse quelconque d'air provient du poids des couches qui sont au-dessus d'elle ; le poids diminuant à mesure qu'on s'élève, l'air doit être de plus en plus dilaté, ou, en d'autres termes, sa densité doit diminuer à mesure que l'élévation augmente. A la surface de la terre, la pression de l'air est le résultat du poids total de l'atmosphère. Cette pression est capable de soutenir une colonne de mercure de 28 pouces ou 76 centimètres de hauteur : l'instrument employé pour fournir cette mesure se nomme *baromètre*.

Différentes circonstances physiques font légèrement varier la pression atmosphérique; elle est, par exemple, moins forte sur le sommet des montagnes que dans les vallées; plus forte quand l'air est sec que quand il est chargé d'humidité. Ces variations sont exactement appréciées au moyen du baromètre.

Comme tous les autres corps, l'air se dilate par la chaleur; son volume augmente de 1/266 pour un échauffement d'un degré du thermomètre centigrade.

L'air est pesant; c'est ce dont on s'est assuré en pesant d'abord un ballon plein d'air, et en pesant ensuite le même ballon dans lequel on a fait le vide au moyen de la machine pneumatique. On a trouvé ainsi qu'à la température 0, et lorsque le baromètre est élevé de 76 centimètres, un litre d'air, c'est-à-dire un décimètre cube d'air, pèse 1 gramme et 3/10 ; un même volume d'eau pèserait un kilogramme. L'eau est donc 770 fois plus pesante que l'air.

L'air est plus ou moins chargé d'humidité. Cette humidité provient de l'évapora-

tion continuelle des eaux qui recouvrent la surface de la terre. En effet, l'expérience nous prouve qu'à toutes les températures l'eau forme des vapeurs d'autant plus abondantes que la température est plus élevée. De plus, pour chaque température, l'air ne peut contenir qu'une certaine quantité de vapeur. Lorsqu'il en est *saturé* l'humidité est extrême, plus il approche de l'être, plus l'humidité est grande. C'est là ce qu'indiquent les hygromètres. Enfin, quand, par l'effet d'un refroidissement ou de toute autre cause, l'air se trouve contenir plus de vapeur qu'il n'en peut renfermer à la température où il se trouve, l'excédant de cette vapeur se rassemble d'abord sous la forme de brouillards et de nuages, et se précipite ensuite à l'état de pluie, de neige, etc.

La vapeur d'eau étant plus légère que l'air, et l'obligeant d'ailleurs à se dilater quand elle se mêle à lui, il en résulte que l'air humide est plus léger que l'air sec.

Malgré sa rareté et sa transparence, l'air réfracte, intercepte et réfléchit la lumière. En petite masse, il nous renvoie trop peu de rayons pour que sa couleur produise sur nos yeux une impression sensible; en grande masse, cette couleur est d'un bleu très-visible. Aussi l'interposition de l'air colore-t-elle d'une teinte bleuâtre les objets éloignés.

L'air joue un grand rôle dans les phénomènes chimiques; regardé long-temps comme un élément, sa composition, soupçonnée par Jean Rey dans le dix-septième siècle, fut clairement établie par Lavoisier.

L'air est composé de deux gaz très-différens par leurs propriétés.

1° L'oxigène : gaz un peu plus pesant que l'air dans le rapport de 11 à 10, se combinant avec tous les corps simples; élément de l'eau, des matières végétales et animales, et du plus grand nombre des corps connus, nécessaire à la combustion et à la respiration.

2° L'azote : gaz un peu plus léger que l'air, élément de l'ammoniaque et des substances animales; éteignant les corps en combustion.

Les proportions d'oxigène et d'azote qui entrent dans la composition de l'air se déterminent à l'aide d'instrumens qu'on nomme *eudiomètres*. Dans ces instrumens, on produit la combinaison de l'oxigène avec quelque corps combustible, tel que l'hydrogène ou le phosphore, et le résultat de cette combinaison fait connaître la quantité d'oxigène que l'air renfermait. On a trouvé ainsi que 100 parties d'air, en poids, contenaient 21 parties d'oxigène et 79 d'azote. Ces proportions sont les mêmes dans tous les lieux et à toutes les hauteurs, et n'ont point changé sensiblement depuis environ quinze ans, que la chimie est parvenue à les établir d'une manière positive.

L'air contient, outre l'oxigène et l'azote, de la vapeur d'eau en quantité variable, comme nous l'avons déjà dit, et une *très-petite* quantité d'acide carbonique, dont la proportion varie suivant diverses circonstances.

Presque tous les corps combustibles décomposent l'air à une température particulière pour chacun d'eux. Dans cette décomposition ils se combinent avec l'oxigène, et laissent l'azote libre.

Inspiration et expiration.

Les poumons sont toujours remplis par l'air, mais ce fluide s'y altère promptement par l'acte même de la respiration; il est donc nécessaire qu'il s'y renouvelle à des époques assez rapprochées. Ce renouvellement s'effectue par les deux phénomènes de l'inspiration et de l'expiration : dans le premier l'air arrive dans les poumons, les distend, et pénètre jusqu'aux cellules aériennes; durant le second, une partie de l'air contenu dans le poumon est chassé au dehors.

Dans ces deux actes physiques la pression atmosphérique et la contraction musculaire jouent les principaux rôles.

Si nous examinons la poitrine après une expiration ordinaire, nous voyons que

l'air qui presse sur la face extérieure de cette cavité fait exactement équilibre à celui qui presse sur la surface intérieure du poumon. La pression de ce dernier s'exerce par l'intermédiaire de la colonne qui se trouve dans la cavité de la bouche ou du nez, du pharynx, du larynx, de la trachée et des bronches. Le moindre effort des puissances qui dilatent le thorax, ou de celles qui le resserrent, suffit pour faire pénétrer l'air dans le poumon ou pour l'en faire sortir. Il est donc bien facile de comprendre le mécanisme de l'inspiration : dès que les muscles dilatateurs du thorax agissent, aussitôt l'air extérieur se précipite dans la glotte, la trachée et les poumons, va remplir les vésicules pulmonaires, où le vide tendait à se produire par le fait de l'agrandissement du thorax.

Nous pouvons ici nous rendre raison de la dureté et de l'élasticité des parois du canal que l'air parcourt pour arriver jusqu'au poumon : supposons pour un moment que la trachée ou le larynx eussent eu des parois membraneuses au lieu des cartilages qui les forment, alors, dans le moment de la dilatation du thorax, l'air, qui presse également sur tous les points à la surface du corps, aurait affaissé les conduits aériens au cou, et l'air n'aurait pu pénétrer dans la poitrine. Rien de cela ne peut arriver dans la réalité ; les anneaux de la trachée, les parois du larynx, celles du nez et de la bouche, résistent à la pression de l'air, qui n'agit que sur la face intérieure de ces canaux.

Il existe un tel rapport entre la pression de l'atmosphère et les cartilages des conduits aériens, que là où la pression ne peut s'exercer, les cartilages ne se rencontrent plus, comme on le voit à la face postérieure de la trachée, et dans les petites divisions bronchiques.

Si l'on se rappelle la disposition des lobules pulmonaires, l'extensibilité de leur tissu, leur communication avec l'air extérieur par le moyen des bronches, de la trachée-artère et du larynx, on concevra aisément que, chaque fois que la poitrine se dilate, l'air se précipite aussitôt dans le tissu pulmonaire, en quantité proportionnée au degré de dilatation. Quand la poitrine se resserre, une partie de l'air qu'elle contient est expulsée et ressort par la glotte.

Pour arriver à la glotte dans l'inspiration ou pour se porter au dehors dans l'expiration l'air traverse tantôt les fosses nasales, et tantôt la bouche : la position que prend le voile du palais dans ces deux cas mérite d'être connue. Quand l'air traverse les fosses nasales et le pharynx pour entrer dans le larynx ou pour en sortir, le voile du palais est vertical et appliqué par sa face antérieure sur la partie postérieure de la base de la langue, de manière que la bouche n'a aucune communication avec le pharynx. Lorsque l'air traverse la bouche dans l'inspiration ou l'expiration, le voile du palais est horizontal, son bord postérieur est embrassé par la face concave du pharynx, et toute communication est interdite entre la partie inférieure du pharynx et la partie supérieure de ce canal, ainsi qu'avec les fosses nasales. De là la nécessité de faire respirer les malades par la bouche, si l'on veut faire l'inspection des tonsilles et du pharynx.

Ces deux voies, par lesquelles l'air peut arriver à la glotte, ont l'avantage de pouvoir se suppléer mutuellement : quand la bouche est remplie d'alimens, la respiration se fait par le nez ; elle se fait par la bouche quand les fosses nasales sont obstruées par du mucus, un léger gonflement de la pituitaire ou toute autre cause.

La glotte est loin d'être inactive dans les mouvemens d'expiration et d'inspiration ; elle s'ouvre et se ferme alternativement. Sa dilatation, qui coïncide avec l'inspiration, favorise l'entrée de l'air dans les organes respiratoires ; le mouvement par lequel elle se ferme arrive dès que l'expiration commence, de sorte qu'elle met toujours un certain obstacle à la sortie de l'air des poumons, et que ses bords sont toujours plus ou moins agités par la colonne expirée. Nous pouvons même, en la fermant complètement, empêcher toute issue de l'air, quels que soient les efforts des puissances expiratrices. Dans ce cas, les petits muscles constricteurs de la glotte luttent seuls

avec avantage contre les immenses puissances qui servent à l'expiration (1).

Il paraît que le nombre d'inspirations faites dans un temps donné diffère beaucoup d'un homme à un autre. Hales les croit de 20 dans l'espace d'une minute. Un homme sur lequel Menziès fit des expériences ne respirait que 14 fois dans une minute. M. H. Davy nous apprend que dans le même temps il respire 26 à 27 fois; M. Thomson dit qu'il respire ordinairement 19 fois; je ne respire que 15 fois. En prenant 20 fois pour moyenne dans une minute, on aurait 28,800 inspirations dans 24 heures. Mais il est probable que ce nombre varie beaucoup suivant une foule de circonstances, telles que l'état de sommeil, le mouvement, la distension de l'estomac par les alimens, la capacité de la poitrine, les affections morales, etc.

Quelle quantité d'air entre dans la poitrine à chaque inspiration? quelle quantité en sort à chaque expiration? et combien y en séjourne-t-il habituellement.

D'après le docteur Menziès, la quantité moyenne d'air qui entre dans les poumons, à chaque inspiration, est de 655 centimètres cubes. Goodwin pense qu'après une expiration complète le poumon contient encore 1786 centimètres cubes; Menziès assure que cette quantité est plus forte, et qu'elle s'élève à 2923 c. c.

Suivant Davy, après une expiration forcée, ses poumons retiennent encore 672 c. c., et,

Après une expiration naturelle.	1933 c. c.
Après une inspiration naturelle.	2212
Après une inspiration forcée.	6412
Après une expiration forcée après une inspiration forcée, il sortit des poumons.	3113
Après une inspiration naturelle.	1286
Après une expiration naturelle.	1106

M. Thomson croit qu'on ne s'éloignerait pas beaucoup de la vérité, en supposant que la quantité ordinaire d'air contenu dans les poumons est de 4588 centimètres c., et qu'il en entre et qu'il en sort à chaque inspiration ou expiration, 655 c.c. Ainsi, en supposant 20 inspirations par minute, on aura, pour la quantité d'air entré ou sorti des poumons dans cet intervalle de temps, 13,100 c. c.; ce qui, pour une heure, fait 786 décimètres c., et pour les 24 heures environ 19 mètres c., ou à peu près 24 kilogrammes.

Les chimistes ont fait un grand nombre d'expériences pour déterminer si le volume de l'air diminue par son séjour dans le poumon. En tenant compte des expériences les plus récentes, par MM. Dulong et Despretz, cette diminution est assez considérable; M. Despretz ayant fait respirer six petits lapins dans quarante-neuf litres d'air pendant deux heures, trouva une diminution d'un litre.

En traversant successivement la bouche ou les cavités nasales, le pharynx, le larynx, la trachée-artère et les bronches, l'air inspiré prend une température analogue à celle du corps. Dans la plupart des cas, il s'échauffe, et par conséquent se raréfie, de sorte que la même quantité d'air en poids occupe dans le poumon un espace beaucoup plus considérable que celui qu'elle occupait avant d'être introduite

---

(1) Il y a des maladies qui semblent principalement consister dans le défaut de dilatation de la glotte durant l'inspiration; il en résulte une gêne extrême dans la respiration, et des efforts inouïs pour attirer l'air dans les poumons. J'en ai eu la preuve dans un enfant sur lequel j'ai fait l'opération de la laryngotomie. Je croyais que la suffocation qu'il éprouvait tenait à une fausse membrane qui bouchait la glotte : l'opération faite, l'air arriva au poumon par la plaie, et la suffocation cessa aussitôt; ce qui prouve que l'obstacle était bien à la glotte; cependant celle-ci était parfaitement libre. J'essayai de fermer la plaie, et de faire respirer l'enfant par le larynx, la suffocation reprit aussitôt, et je fus obligé de faire tenir les bords de l'incision ouverts pendant vingt-quatre heures par un aide.

dans ce viscère. Outre ce changement de volume, l'air inspiré se charge de vapeur qui s'élève continuellement de la membrane muqueuse des voies aériennes, et c'est ainsi que, chaud et humide, il arrive aux lobules pulmonaires; enfin la portion d'air dont nous parlons se mêle à celle que contenaient les poumons.

Mais l'expiration succède bientôt à l'inspiration : il ne s'écoule guère ordinairement entre elles plus de quelques secondes; l'air que contient le poumon, pressé par les puissances expiratrices, s'échappe en parcourant, en sens inverse de l'air inspiré, le canal respiratoire.

Il faut remarquer ici que la portion d'air expirée n'est pas précisément celle qui avait été inspirée précédemment, mais une partie de la masse que contenait le poumon après l'inspiration; et si l'on compare le volume d'air que contiennent habituellement les poumons, avec celui qui est inspiré et expiré à chaque mouvement de respiration, on supposera avec raison que l'inspiration et l'expiration ont pour but de renouveler en partie la masse considérable d'air renfermé dans les poumons. Ce renouvellement sera d'autant plus considérable que la quantité d'air expiré sera plus forte, et que l'inspiration qui suivra sera plus complète.

Propriétés physiques et chimiques de l'air qui sort des poumons.

A sa sortie du poumon, l'air a une température voisine de celle du corps; avec lui s'échappe de la poitrine une certaine quantité de vapeur nommée *transpiration pulmonaire;* en outre sa composition chimique est différente de celle de l'air inspiré.

Au lieu de 0,21 d'oxigène et d'une trace d'acide carbonique que présente l'air atmosphérique, l'air expiré offre 0,18 ou 0,19 d'oxigène; de 0,2 à 0,3 centièmes d'acide carbonique. En général, la quantité d'acide carbonique est inférieure à celle de l'oxigène disparu : d'après les dernières expériences de MM. Dulong et Despretz, cette différence pourrait aller jusqu'au tiers pour les animaux carnivores, et seulement au dixième, terme moyen, pour les animaux herbivores.

Pour évaluer la quantité d'oxigène consumé par un homme adulte en vingt-quatre heures, il ne faut que se rappeler la quantité d'air respiré pendant cet intervalle. D'après Lavoisier et H. Davy, 512 centimètres cubes sont consumés en une minute, ce qui, pour vingt-quatre heures, donne 745 décimètres cubes.

Il n'est pas plus difficile d'apprécier la quantité d'acide carbonique qui sort du poumon dans le même temps, puisqu'elle représente au moins les deux tiers de l'oxigène disparu. M. Thomson l'évalue à 655 c. c., quoiqu'elle soit, dit-il, probablement un peu moindre: or, cette quantité d'acide carbonique représente environ 340 grammes de carbone.

Quelques chimistes disent qu'il y a disparition d'une petite quantité d'azote pendant la respiration, ce fait ne s'est pas vérifié dans les recherches récentes. D'autres pensent, au contraire, que la quantité de ce gaz est sensiblement augmentée; ce dernier résultat vient d'être mis hors de doute par les travaux de MM. Edwards, Dulong et Despretz, qui ont toujours trouvé un accroissement sensible de l'azote dans l'air où des animaux avaient respiré un certain temps.

Nous sommes avertis du degré d'altération que subit l'air dans nos poumons par un sentiment qui nous porte à le renouveler : à peine sensible dans la respiration ordinaire, parce que nous nous hâtons d'y obéir, il devient douloureux s'il n'est pas assez promptement satisfait; à ce degré, il est accompagné d'anxiété et d'effroi, avertissement instinctif de l'importance de la respiration.

Tandis que l'air contenu dans les poumons est ainsi modifié dans ses propriétés physiques et chimiques, le sang veineux traverse les ramifications de l'artère pulmonaire, qui forment en partie le tissu des lobules du poumon; il passe dans les radicules des veines pulmonaires, et bientôt parcourt ces veines elles-mêmes; mais, en

passant des unes dans les autres, il change de nature, et de veineux il devient artériel.
Examinons les phénomènes de cette transformation.

Changement du sang veineux en sang artériel.

Au moment où le sang veineux traverse dans les petits vaisseaux des lobules pulmonaires, il prend une couleur écarlate, son odeur devient plus forte, sa saveur plus prononcée; sa température s'élève d'environ un degré; une partie de son sérum s'échappe sous la forme de vapeur dans le tissu des lobules, et se mêle à l'air. Sa tendance pour se coaguler augmente sensiblement, fait exprimé généralement en disant que sa *plasticité* devient plus forte; sa pesanteur spécifique diminue, ainsi que sa capacité pour le calorique. Le sang veineux ayant acquis ces caractères est du sang artériel.

Afin de rendre plus évidentes les différences du sang veineux et du sang artériel, nous les opposons dans le tableau suivant :

Différences principales du sang veineux et du sang artériel.

	Sang veineux.	*Sang artériel.*
Couleur	rouge brun	rouge vermeil.
Odeur	faible	forte.
Température	31° R.	près de 32° R.
Capacité pour le calorique	852 (1)	839.
Pesanteur spécifique	1051 (2)	1049.
Coagulation	moins prompte	plus prompte.
Sérum	plus abondant	moins abondant.

L'analyse élémentaire des sangs artériel et veineux a donné à MM. Macaire et Marcel le moyen d'établir entre ces deux liquides une différence prononcée, et qui porte spécialement sur la quantité d'oxigène et de carbone qui entre dans leur composition.

Voici le résultat de leur analyse, faite par l'oxide de cuivre après avoir desséché le sang dans le vide par l'acide sulfurique et l'avoir réduit en poudre d'un beau rouge clair pour le sang artériel et d'un rouge brunâtre pour le sang veineux.

	Sang artériel.	*Sang veineux.*
Carbone	50,2.	55,7
Azote	16,3.	16,2
Hydrogène	6,6.	6,4
Oxigène	26,3.	21,7 (3)

J'ai décrit plus haut les changemens que l'air éprouve dans les poumons. Je viens de dire ceux qui arrivent au sang veineux en traversant ces organes : voyons maintenant quelle liaison peut être établie entre ces deux ordres de phénomènes.

La coloration du sang dépend bien évidemment de son contact médiat avec l'oxigène; car, si tout autre gaz se trouve dans le poumon, ou seulement si l'air atmo-

(1) L'eau étant 1000. J. Davy, *Trans. Philos.* 1815.
(2) L'eau étant 1000. *Loc. cit.*
(3) Voyez *Annales de Chimie*, décembre 1832, t. 51.

sphérique n'est pas convenablement renouvelé, le changement de couleur n'a plus lieu. Il se manifeste de nouveau aussitôt qu'on permet l'introduction de l'oxigène dans les lobules pulmonaires.

Il est facile de voir le phénomène de la coloration du sang veineux, même sur le cadavre. Souvent, aux approches de la mort, le sang veineux s'accumule dans les vaisseaux du poumon; les lobules bronchiques étant dépourvus d'air, il conserve les propriétés veineuses long-temps après la mort. De l'air atmosphérique poussé dans la trachée, de manière à distendre le tissu du poumon, fait aussitôt changer la couleur rouge brun du sang accumulé en rouge vermeil.

Le même phénomène arrive toutes les fois que le sang veineux est en contact avec l'oxigène ou l'air atmosphérique. Du sang tiré d'une veine et exposé à l'air rougit d'abord à sa surface, et ensuite la couleur rouge gagne peu à peu toute la masse; le contact immédiat n'est pas même nécessaire; contenu dans une vessie, et plongé dans du gaz oxigène, le sang devient écarlate. Ainsi, la paroi vasculaire très-mince qui, dans le poumon, est placée entre l'air atmosphérique et le sang ne peut être considérée comme un obstacle à la coloration de celui-ci.

Mais comment le gaz oxigène produit-il le changement de couleur du sang veineux ? Les chimistes ne sont pas d'accord sur ce point. Les uns pensent que le gaz se combine directement avec le sang ; les autres croient que c'est en enlevant au sang une certaine quantité de carbone; et quelques-uns ne sont pas éloignés de croire que ces deux effets ont lieu en même temps ; mais aucune de ces explications ne rend raison du changement de couleur.

Plusieurs chimistes ont attribué la coloration du sang au fer. Cette opinion est rejetée maintenant, comme très-douteuse; cependant elle serait d'autant moins invraisemblable, que, si l'on sépare ce métal de la partie colorante du sang, cette substance, dont la couleur est rouge, vineuse, perd la propriété de devenir écarlate par le gaz oxigène (1).

On conçoit plus aisément la déperdition de sérum qu'éprouve le sang dans la respiration : cela tient très-probablement à ce qu'une certaine quantité de sérum s'échappe des dernières divisions de l'artère pulmonaire, et vient se vaporiser dans l'air que contiennent les lobules. Cette vapeur sort ensuite avec l'air expiré, sous le nom de *transpiration pulmonaire.*

Il ne faut pas croire cependant que toute la vapeur qui sort dans l'expiration provienne du sang de l'artère pulmonaire ; je ferai voir plus tard qu'une partie assez considérable de cette vapeur est formée aux dépens du sang artériel qui est distribué à la membrane muqueuse des voies aériennes.

Dans ses premières recherches sur la respiration, Lavoisier avait cru qu'il pouvait y avoir combustion d'hydrogène dans les poumons, et formation d'une certaine quantité d'eau. Cette eau aurait formé une partie de la transpiration pulmonaire. Mais cette idée n'est plus admise aujourd'hui, et la transpiration du poumon est considérée, ainsi qu'il vient d'être dit, comme le résultat du passage dans les vésicules bronchiques d'une partie du liquide qui parcourt l'artère pulmonaire.

L'anatomie met sur la voie de ce phénomène. Une injection d'eau poussée dans l'artère pulmonaire passe sous la forme d'une innombrable quantité de gouttelettes presque imperceptibles dans les cellules aériennes, et se mêle à l'air qu'elles contiennent.

Sur les animaux vivans, on augmente à volonté la quantité de la transpiration pulmonaire, en injectant de l'eau distillée, à une température voisine de celle du corps, dans le système veineux, comme le prouve l'expérience suivante : prenez un

---

(1) Il ne faut pas confondre la matière colorante du sang, décrite par MM. Brande et Vauquelin, avec l'*hématine*, qui est la matière colorante du bois de campêche, et qui a été découverte par M. Chevreul.

chien de petite taille, injectez à diverses reprises un volume considérable d'eau : l'animal sera d'abord dans un état de véritable pléthore, ses vaisseaux seront même tellement distendus, qu'il aura peine à se mouvoir ; mais, au bout de quelques instans, les mouvemens respiratoires s'accéléreront sensiblement, et de tous les points de la gueule s'écoulera en abondance un liquide dont la source est évidemment la transpiration du poumon considérablement augmentée.

Ce n'est pas seulement la partie aqueuse du sang qui s'échappe par la transpiration pulmonaire : j'ai montré, par des expériences particulières, que plusieurs substances, introduites dans les veines par l'absorption ou par une injection directe, ne tardent pas à sortir par le poumon. De l'alcohol faible, une dissolution de camphre, de l'éther, ou autres substances odorantes, introduites dans la cavité du péritoine ou ailleurs, sont bientôt absorbées par les veines, transportées au poumon; elles passent dans les vésicules bronchiques, et se font connaître par leur odeur dans l'air expiré.

Le phosphore se comporte de même ; non-seulement son odeur est sensible dans l'air expiré, mais sa présence est facile à constater d'une manière encore plus positive.

Injectez dans la veine crurale d'un chien une demi-once d'huile dans laquelle du phosphore aura été dissous : à peine aurez-vous fait l'injection, que l'animal rendra par les narines des flots d'une vapeur épaisse et blanche, qui n'est autre chose que de l'acide phosphoreux. Si vous faites l'expérience dans l'obscurité, ce sont des flots de lumière qui s'échappent avec l'air expiré (1).

Il résulte d'expériences intéressantes faites par Nysten, que les gaz se comportent à peu près de la même manière, c'est-à-dire qu'après avoir été injectés dans les veines, ils sortent avec l'air expiré.

Quelques tentatives ont été faites pour déterminer la quantité de vapeur qui s'échappe du poumon d'un homme adulte en vingt-quatre heures. Les dernières, qui sont dues à M. Thomson, la mettent à environ 590 grammes ; Lavoisier et Séguin l'avaient estimée autrefois à 560 grammes : il est probable qu'elle doit être très-variable, suivant une multitude de circonstances.

On n'est pas d'accord sur la manière dont se forme l'acide carbonique que contient l'air expiré. Ceux-ci croient qu'il existait tout formé dans le sang veineux, et qu'il est exhalé au moment du passage à travers le poumon ; ceux-là pensent qu'il résulte de la combustion directe du carbone du sang veineux par l'oxigène : ni l'une ni l'autre de ces deux opinions n'est suffisamment démontrée; peut-être les deux effets ont-ils lieu en même temps. Par la même raison qu'on n'est pas instruit sur le mode de formation de l'acide carbonique, on manque de données sur le rôle que joue l'oxigène dans la respiration. Les uns disent qu'il est employé à brûler le carbone du sang veineux ; les autres veulent qu'il passe dans les veines pulmonaires, et d'autres enfin pensent qu'il remplit à la fois les deux offices.

Toute cette partie de la chimie animale demande de nouvelles recherches.

Tant qu'on n'aura pas des notions plus positives sur la formation de l'acide carbonique, et sur la disparition de l'oxigène, il sera difficile de se rendre raison de l'élévation de la température qu'éprouve le sang en traversant ces organes. Cependant, comme il est très-probable que l'oxigène se combine avec le carbone du sang, et comme toute combinaison de ce genre est accompagnée d'un dégagement considérable de calorique, il devient probable aussi que c'est là la source de la chaleur plus grande du sang artériel. En supposant même que l'oxigène soit absorbé et passe dans les veines pulmonaires, et qu'il se combine ensuite directement avec le sang,

---

(1) L'idée de faire cette expérience dans l'obscurité appartient à M. Armand de Montgarny, jeune médecin de beaucoup de mérite, que la mort a frappé au milieu de ses premiers travaux.

on pourrait encore concevoir l'élévation de température du sang ; car toute combinaison de l'oxigène avec un corps combustible est accompagnée d'un dégagement de chaleur (1).

La diminution légère dans la pesanteur spécifique et la capacité pour le calorique tiennent probablement à la perte d'eau qui s'est effectuée à la surface des vésicules pulmonaires.

Quant aux autres propriétés qu'acquiert le sang veineux en traversant le poumon, telles que la plasticité, l'odeur, et la saveur plus forte, pour arriver à des notions satisfaisantes sur ce point, il faudrait qu'une analyse exacte et comparative du sang veineux et du sang artériel en eût fait connaître très-exactement les différences : or la physiologie attend encore ce service de la chimie.

Respiration des gaz autres que l'air atmosphérique.

On ne s'est point contenté d'étudier les effets de la respiration de l'air atmosphérique, on a voulu savoir quels seraient les résultats de la respiration des autres gaz. Des animaux y ont été plongés, des hommes en ont volontairement ou involontairement respiré, et il a été bientôt reconnu que l'air atmosphérique seul peut servir à la respiration ; tous les autres gaz font périr plus ou moins promptement les animaux ; l'oxigène lui-même, quand il est pur, devient mortel ; et son mélange avec l'azote, mais dans des proportions différentes de celles de l'air, finit tôt ou tard par produire la mort des animaux qui le respirent.

En faisant ces diverses expériences, on est arrivé à distinguer les gaz, sous le rapport de la respiration, en deux classes : 1° les gaz *non respirables*, 2° les gaz *délétères*.

Les premiers, auxquels il faut rapporter l'azote, le protoxide d'azote, l'hydrogène, etc., font périr les animaux seulement parce que leur action ne peut remplacer celle de l'oxigène; parmi ces gaz, il en est un, le protoxide d'azote, qui produit des effets singuliers, qui peut-être devraient le faire rapporter à la seconde classe.

M. Davy est le premier qui ait osé en étudier les effets sur lui-même : après avoir expiré l'air de ses poumons il respira environ quatre litres de gaz protoxide d'azote. Les premiers sentimens qu'il éprouva, furent ceux du vertige et du tournoiement ; mais, au bout d'une demi-minute, continuant toujours de respirer, ces effets diminuèrent par degrés, et furent remplacés par une sensation analogue à une douce pression sur tous les muscles, accompagnée de frémissemens très-agréables, particulièrement dans la poitrine et les extrémités. Les objets environnans lui parurent éblouissans, et son ouïe devint plus fine ; vers les dernières respirations l'agitation augmenta, sa force musculaire devint plus grande, et il acquit une propension irrésistible au mouvement. Ces effets cessèrent dès que M. Davy eut discontinué de respirer le gaz, et dans dix minutes il se trouva dans son état naturel.

Ces effets ne sont cependant pas constamment les mêmes. MM. Vauquelin et Thenard, qui ont aussi respiré ce gaz, n'ont pas ressenti tous les phénomènes décrits par M. Davy, mais d'autres phénomènes analogues.

Les gaz délétères sont ceux qui, non-seulement ne peuvent entretenir la respiration, mais tuent avec plus ou moins de promptitude l'homme ou les animaux qui les respirent purs, ou même mêlés en certaines proportions à l'air atmosphérique. De ce nombre sont tous les gaz acides, le gaz ammoniac, l'hydrogène sulfuré, l'hydrogène arseniqué, le gaz doutoxide d'azote, etc.

---

(1) *Voyez* l'article *Chaleur animale.*

Influence des nerfs de la huitième paire sur la respiration.

Les nerfs de la huitième paire étant les seuls nerfs cérébraux qui envoient des filets dans le tissu des poumons, il a dû se présenter à l'esprit des physiologistes d'en faire la section, afin d'examiner les effets qui en résulteraient. Cette expérience facile a été faite plusieurs fois par les anciens, et il est peu de physiologistes modernes qui ne l'aient répétée.

Tout animal auquel on coupe simultanément les deux nerfs dont il est question périt plus ou moins promptement, quelquefois même immédiatement après la section. Jamais il ne survit au-delà de trois ou quatre jours. La mort avait été attribuée tour à tour à la cessation des mouvemens du cœur, au défaut de digestion, à l'inflammation des poumons, etc. On doit aux travaux de plusieurs physiologistes, et en dernier lieu à ceux de MM. Wilson Philipp, Breschet, etc., des éclaircissemens précieux sur ce sujet. Je vais donner un résumé général de leurs recherches et des miennes.

La section des nerfs de la huitième paire au cou, à la hauteur de la glande thyroïde ou même plus bas, influe, 1° sur le larynx, 2° sur les poumons. Ces deux genres d'effets doivent être distingués.

En traitant de la voix, nous avons dit que la section des nerfs récurrens produit subitement l'aphonie : le même phénomène a lieu par la section de la huitième paire, ce qui est aisé à concevoir puisque les récurrens ne sont que des divisions de ces nerfs. Mais, outre l'abolition de la voix, il n'est pas rare que la section des nerfs de la huitième paire détermine un rapprochement tel des bords de la glotte, que l'air ne puisse plus pénétrer dans le larynx, et que la mort arrive aussitôt, comme cela a lieu toutes les fois qu'un animal ne peut renouveler l'air de son poumon.

Dans les cas ordinaires, le rapprochement est assez inexact pour que l'air s'introduise dans le larynx pour entretenir la respiration ; mais comme la glotte a perdu ses mouvemens propres, l'entrée et la sortie de l'air de la poitrine sont toujours plus ou moins gênées.

A l'époque où ces observations ont été faites, il n'était guère possible de se rendre rigoureusement raison de ces divers phénomènes; mais, depuis que j'ai fait connaître la manière dont les nerfs récurrens et laryngés se distribuent aux muscles du larynx, cela ne présente plus de difficulté. Par la section de la huitième paire à la partie inférieure du cou, les muscles dilatateurs de la glotte sont paralysés; cette ouverture ne s'élargit plus dans l'instant de l'inspiration, tandis que les constricteurs, qui reçoivent leurs nerfs des laryngés supérieurs, conservent toute leur action, et ferment plus ou moins complètement la glotte.

Quand la section de la huitième paire ne détermine point un resserrement tel de la glotte que la mort arrive immédiatement, d'autres phénomènes se développent, et la mort ne vient le plus souvent qu'au bout de trois ou quatre jours.

La respiration est d'abord gênée, les mouvemens d'inspiration sont plus étendus, plus rapprochés, et l'animal paraît y donner une attention particulière; les mouvemens de locomotion sont peu fréquens, ils fatiguent évidemment ; souvent même les animaux gardent un repos parfait : toutefois la formation du sang artériel n'est point empêchée dans les premiers momens ; mais bientôt, le second jour par exemple, la gêne de la respiration augmente, les efforts d'inspiration deviennent de plus en plus considérables. Alors le sang artériel n'a plus tout-à-fait la teinte vermeille qui lui est propre; il est un peu plus foncé, sa température baisse ; enfin, tous les symptômes s'accroissent, la respiration ne se fait qu'avec le secours de toutes les puissances inspiratoires ; le sang artériel est d'un rouge sombre, et presque semblable au sang veineux, les artères en contiennent peu; le refroidissement est manifeste, et l'animal ne tarde pas à périr. A l'ouverture de la poitrine, on trouve les cellules bronchiques, les bronches, et souvent la trachée elle-même, remplies par un liquide écumeux,

quelquefois sanguinolent ; le tissu du poumon est engorgé, volumineux ; les divisions et même le tronc de l'artère pulmonaire sont fortement distendus par un sang très-foncé et presque noir : il s'est fait des épanchemens considérables de sérosité ou même de sang dans le parenchyme du poumon. D'un autre côté, les expériences ont appris qu'à mesure que cette série d'accidens se montre, les animaux consomment de moins en moins d'oxigène, et qu'ils forment de moins en moins d'acide carbonique.

On a conclu avec raison que, dans ce cas, les animaux périssent parce que la respiration ne peut plus s'effectuer, le poumon étant tellement altéré que l'air inspiré ne peut arriver jusqu'aux lobules bronchiques. Je crois que l'on doit ajouter à cette cause, la difficulté du passage du sang de l'artère dans les veines pulmonaires, difficulté qui me paraît être la cause de la distension du système veineux après la mort, et de la petite quantité de sang que contient le système artériel quelque temps avant qu'elle ait lieu.

La section d'un seul nerf de la huitième paire, ne produisant ces divers effets que sur un poumon, et la vie pouvant continuer par l'action d'un seul de ces organes, ne fait point périr les animaux.

Plusieurs auteurs dignes de confiance ont avancé, sur la section de ces nerfs, des faits que je n'ai jamais pu vérifier. Laisse-t-on, disent-ils, un mois ou deux d'intervalle entre la section d'un nerf et la section du second, les animaux survivent ; il s'est formé une réunion entre les bouts divisés, et cette cicatrice transmet, comme le nerf lui-même, l'influence nerveuse. Coupez cette cicatrice, divisez une seconde fois le nerf, et au même instant les effets de la section simultanée des deux nerfs se manifesteront. Je ne prétends pas nier ces résultats, mais j'ai cherché à les voir par moi-même, sans pouvoir y réussir. J'ai coupé à des chiens la huitième paire d'un côté, trois mois après j'ai coupé celle du côté opposé ; les animaux sont morts trois ou quatre jours après cette dernière section. A l'ouverture j'ai trouvé le poumon auquel appartenait le premier nerf coupé, dans un état d'altération tel qu'il ne pouvait servir à la respiration. Comment la section du second nerf n'aurait-elle pas produit la mort ?

Selon quelques physiologistes, la simple section de la huitième paire diffère beaucoup, quant à ses résultats, d'une section où une certaine longueur du nerf est retranchée, et un intervalle plus ou moins considérable laissé entre tous les bouts divisés. En général, disent-ils, les effets sont beaucoup plus prononcés, et les animaux meurent plus vite. Il en est de même si, sans retrancher une portion du bout inférieur du nerf, on se contente de la renverser, afin de l'éloigner du bout supérieur. Enfin, ici comme pour la digestion, on assure qu'un courant galvanique remplace l'influence nerveuse. Mes expériences ne s'accordent point avec ces divers résultats.

Je n'ai jamais vu aucune différence, pour les résultats, entre couper simplement un nerf ou en retrancher une certaine étendue. Je n'ai jamais rien obtenu dans ces circonstances de l'action galvanique.

De la respiration artificielle.

Les mouvemens du thorax ont pour principal objet d'attirer l'air dans les poumons, et de l'expulser ensuite de ces organes. Toutes les fois que ces mouvemens s'arrêtent, l'air du poumon n'étant pas renouvelé, la respiration ne se fait plus, et la mort ne tarde point à arriver. Mais on peut suppléer pour un certain temps à l'action du thorax, en introduisant artificiellement de l'air dans les poumons. Plusieurs fois les anatomistes anciens et modernes ont mis ce moyen en pratique. L'air a été tour à tour introduit avec un soufflet, une vessie, etc. Maintenant on se sert d'une seringue percée d'un petit trou sur les côtés de son canon. L'extrémité de celui-ci est d'abord introduite dans la trachée artère, et fixée par une ligature ; ensuite on tire le piston,

afin de remplir d'air la seringue, puis on applique un doigt sur le petit trou, pour empêcher l'air de sortir ; le piston est alors poussé, et l'air de la seringue passe dans le poumon ; on retire bientôt le piston, et l'air du poumon vient remplir la seringue. On lève le doigt placé sur le trou, et on pousse le piston pour chasser en dehors l'air qui a servi à la respiration ; on le retire immédiatement afin de remplir l'instrument d'air pur, et on bouche le trou, etc.

En répétant convenablement ces mouvemens, on parvient à entretenir vivant un animal dont le thorax est devenu immobile, soit parce qu'on a coupé la moelle épinière derrière l'occipital, soit parce qu'on a tout-à-fait retranché la tête ; mais il ne remplace cependant qu'imparfaitement la respiration naturelle, et ne peut être prolongé au-delà de quelques heures. Le plus souvent les poumons s'engorgent par le sang, ou bien ils sont déchirés par l'air ; ce fluide s'introduit dans les veines pulmonaires, et s'épanche dans le tissu cellulaire de manière à empêcher la dilatation des lobules.

Il faut avoir grand soin, dans ces insufflations d'air, de ne pas pousser ce fluide avec trop de force, car le tissu pulmonaire se déchire, l'air passe dans la cavité des plèvres et l'animal périt subitement, ainsi qu'il résulte d'expériences curieuses de M. Leroy d'Étiole (1).

COURS DU SANG ARTÉRIEL.

Cette fonction a pour but de transporter le sang artériel du poumon à toutes les parties du corps.

Du sang artériel.

Le sang artériel est le liquide le plus essentiel à l'entretien des fonctions. Un physiologiste célèbre y attachait une telle importance, qu'il avait défini la vie, *le contact du sang artériel avec les organes*, et particulièrement avec le cerveau.

Nous n'avons rien à ajouter ici à ce que nous avons dit du sang artériel à l'article *Respiration*. Je citerai seulement plusieurs faits importans relatifs au sang en général, et qui complèteront l'histoire de ce liquide.

Notre savant professeur Vauquelin a trouvé dans ce fluide une assez grande quantité d'une matière grasse d'une consistance molle et qui d'abord a été regardée comme de la graisse ; mais M. Chevreul, par une suite d'expériences très-ingénieuses, a fait l'importante découverte que cette matière est celle du cerveau et des nerfs. Sa composition chimique est très-remarquable : c'est un corps *gras azoté*, opposé en cela à tous les autres corps de cette espèce, qui ne renferment point d'azote.

MM. Prevost et Dumas ont démontré l'urée dans le sang des animaux privés de reins. M. Boudet fils vient de trouver la cholestérine et quelques autres élémens de la bile dans le sérum.

Ainsi, à mesure que les analyses du sang se multiplient, à mesure que les procédés d'examen se perfectionnent, on arrive à trouver dans le sang tous les élémens des organes ; aujourd'hui on y peut signaler avec confiance la fibrine comme la même matière que la fibre musculaire, l'albumine, qui forme un si grand nombre de membranes et de tissus ; la matière grasse dont je viens de parler, et qui, réunie à l'osmazôme et à l'albumine, forme le système nerveux ; les phosphates de chaux et de magnésie, qui constituent une grande partie des os ; l'urée, l'un des élémens excrémentitiels de l'urine les plus remarquables ; la matière jaune de la bile et de l'urine, la même qui s'étend par imbibition dans le tissu cellulaire, autour des contusions, etc.

---

(1) *Voyez* mon *Journal de Physiologie.*

Quand, à l'aide d'une forte loupe et d'un microscope, on observe les parties transparentes des animaux à sang froid, on voit dans les vaisseaux sanguins une multitude innombrable de petites molécules arrondies qui nagent dans le sérum, et roulent les unes sur les autres, en parcourant les artères et les veines. Ce sont les *globules du sang*.

La découverte inattendue de ces globules doit être rapportée à Malpighi, qui le premier en a signalé l'existence. Leewenhoeck vint peu de temps après à s'en occuper de son côté, et très-probablement il les reconnut sans avoir fait grande attention à la notion vague que Malpighi en avait publiée. Il en décrivit un grand nombre, et laissa des travaux très-précis sur ce sujet. Depuis lors une foule d'auteurs ont entrepris leur examen; mais il n'existe que trois écrits détaillés et comparables par le soin avec lequel ils ont été exécutés, et l'habitude connue de leurs auteurs relativement à l'emploi du microscope. Ce sont d'abord les observations de Leewenhoeck lui-même, celles de Hewson, et celles que viennent de publier MM. Prevost et Dumas. Comme elles s'accordent dans les faits principaux, et que les derniers ont pu faire usage des faits indiqués par les autres, nous nous bornerons à offrir leurs résultats.

Ils ont trouvé des globules dans le sang de tous les animaux. Pour s'en assurer, il suffit de placer une petite gouttelette de sang sur une lame de verre, en ayant soin de l'étendre légèrement sans l'écraser. Sur les bords on trouvera toujours des globules isolés, faciles à voir et à mesurer.

Avec les lentilles faibles on n'aperçoit d'abord que des points noirs; ceux-ci prennent ensuite l'apparence d'un cercle blanc, au milieu duquel on voit une tache noire, lorsqu'on augmente encore le pouvoir amplifiant; enfin, cette dernière prend d'elle-même l'aspect d'une tache lumineuse, lorsqu'on atteint trois à quatre cents fois le diamètre. Quand l'œil s'est familiarisé avec cette image, il en conserve la perception avec des grossissemens plus faibles. Ainsi le sang humain, vu de prime abord avec le n° 175, offre l'apparence (*voyez* la planche 1), tandis qu'en l'examinant avec des verres supérieurs, et descendant graduellement à celui-ci, on conserve sans difficulté la possibilité de saisir la tache lumineuse centrale n° 2; ce fait donne la clef de la plupart des opinions émises à ce sujet, et sert à les concilier.

Lorsque le sang circule dans les vaisseaux, les particules qu'il renferme n'ont d'autre mouvement que celui qui leur est imprimé par le liquide; mais dès qu'on vient à en ouvrir un, elles s'agitent vivement, et la gouttelette présente alors un frémissement particulier qui cesse au bout de quelques secondes. M. E. Home a émis sur ce point une opinion particulière : il suppose que le sang contient des globules qui sont renfermés à l'état sain dans une couche de matière colorante dont ils seraient comme le noyau; au bout de trente secondes à dater de sa sortie du vaisseau, cette matière extérieure se rassemble, et forme une espèce de collerette autour du globe central. MM. Prevost et Dumas diffèrent essentiellement de lui sur ce point, en ce qu'ils considèrent comme l'état habituel ce qu'il a envisagé comme un effet de la mort. Leurs preuves semblent irréfragables, puisqu'elles reposent sur l'observation de la circulation dans l'aile de la chauve-souris, la patte de la grenouille, le mésentère de quelques poissons, la queue du têtard, et le poumon de la salamandre.

Ils ont pu s'assurer par de nombreuses observations que l'apparence et le diamètre des globules étaient les mêmes au dedans et au dehors des vaisseaux. Ils ont vu qu'ils n'étaient pas doués d'un mouvement de rotation sur leur centre, comme l'avaient pensé quelques auteurs, mais qu'ils suivaient tout simplement la direction du sang. On aperçoit, avec une grande facilité, dans la patte de la grenouille et la queue du têtard, les diverses phases des globules, et il est facile de s'assurer ainsi de leur aplatissement. Tantôt on les voit de champ, tantôt d'une manière plus ou moins oblique, tantôt enfin c'est leur tranchant qui se présente à l'observateur; ils se balancent dans le liquide qui les charrie, et quelquefois on peut les voir tourner lentement sur eux-mêmes, ce qui permet d'apprécier leur forme avec exactitude.

Bien plus, on peut voir le passage des artères aux veines s'effectuer sans aucun intermédiaire quelconque; et le sang arrive d'un côté et retourne de l'autre, après avoir parcouru quelques anses vasculaires. C'est ce que MM. Prevost et Dumas ont exprimé dans la figure (Planche I) qui représente la circulation dans la queue du têtard. On voit dans cette figure en même temps toutes ces variétés de positions qui rendent si claire la véritable forme des globules du sang. Cette disposition des vaisseaux permet de concevoir cette alternative qu'on remarque quelquefois dans le cours du sang, et ce mouvement rétrograde de la circulation mourante sur lequel Spallanzani et Haller ont tant insisté.

Ces diverses observations suffisent pour démontrer que les globules de sang sont les mêmes pendant la vie et quelques instans après la sortie du vaisseau, elles établissent aussi qu'ils sont aplatis dans l'un et l'autre cas; mais elles laissent encore en doute s'ils sont doués d'élasticité, s'ils consistent, comme le croyait Hewson, et comme l'avaient établi MM. Prevost et Dumas, en un globule renfermé dans un sac membraneux.

Depuis la publication de leur mémoire, ces derniers ont examiné le poumon de la salamandre avec un grossissement de trois cents diamètres, et le spectacle qui s'est offert à leurs yeux peut difficilement être compris du lecteur, même avec le secours du dessin dans lequel ils ont essayé d'en donner une idée (Planche I). Les globules sanguins se meuvent avec une vélocité telle, lorsqu'on commence l'expérience, que l'observateur en éprouve d'abord une espèce de vertige: mais bientôt la circulation se ralentit, les vaisseaux capillaires n'offrent plus qu'un cours tranquille, et l'on voit les globules se traîner avec effort dans le liquide qui les charrie; ils rampent dans les petites ramifications vasculaires, s'alongent si l'espace est trop étroit pour eux, et restent souvent engagés dans ces couloirs, jusqu'au moment où les efforts successifs de ceux qui les suivent soient parvenus à leur faire franchir l'obstacle. Quelquefois il leur arrive de rencontrer une arête vive de l'espace compacte qui sépare deux vaisseaux; on croirait voir alors une outre flottante très-flexible, qui vient heurter par son centre de gravité un obstacle quelconque qui s'oppose à son cours. Comme elle, le globule s'arrête et se moule sur le corps qui lui ferme le passage; le courant du liquide continue à le pousser dans le même sens, mais il oscille pendant longtemps, incertain s'il se dirigera dans le vaisseau qui est à sa droite ou dans celui qui se trouve à sa gauche. On le voit souvent rester dans cette situation pendant plusieurs minutes; et il est probable que son séjour se prolongerait davantage encore si de nouveaux globules, qui suivent le même chemin, ne faisaient pencher la balance en faveur de l'une ou l'autre des issues. Ces mouvemens variés ne peuvent laisser aucun doute sur la vraie conformation des globules du sang: ce sont des sacs, comme ils l'avaient avancé; et, quoique à l'époque où ils avaient écrit leur mémoire sur ce sujet, ils fussent bien éloignés d'avoir à cet égard des preuves aussi décisives que celles-ci, nous voyons avec plaisir qu'il n'y a rien à changer dans les conclusions auxquelles ils avaient été conduits.

Nous sommes donc persuadé maintenant qu'en prenant du sang extrait fraîchement d'un animal quelconque, et l'étendant par couches minces, on peut procéder à des déterminations applicables à l'état de ce même sang pendant la vie. C'est précisément la méthode employée par MM. Prevost et Dumas; ils ont décrit dans leur mémoire la manière dont ils ont procédé à la mesure des globules: elle offre quelques difficultés, sans doute; cependant il est permis d'espérer qu'un long usage du microscope les a mis en mesure de l'exécuter avec une certaine précision. On peut voir dans Haller ses propres tentatives et celles des auteurs qui l'avaient précédé (1). Voici quelques-unes de celles que nous connaissons relativement au sang humain.

---

(1) *Élém. de Physiolog.*, t. II, p. 55.

Jurin.	1/3240 de pouce anglais =	1/119 millimètre.
Id. d'après de nouvelles expériences, qui furent revues et approuvées par Leewenhoeck.	1/1940 *id.* . . . . =	1/71 *id.* . . . .
Young.	1/6060 *id.* . . . . =	1/221 *id.* . . . .
Wollaston.	1/5000 *id.* . . . . =	1/184 *id.* . . . .
Bawer.	1/1700 *id.* . . . . =	1/62 *id.* . . . .
Kater.	1/6000 *id.* . . . . =	2/221 *id.* . . . .
Id.	1/4000 *id.* . . . . =	1/147 *id.* . . . .

MM. Prevost et Dumas ont constamment trouvé un cent cinquantième de millimètre. Ils ont examiné une vingtaine de sangs sains et une quantité bien plus considérable de sangs malades. Jusqu'à présent il leur a été impossible de percevoir quelque différence due à l'âge, au sexe, ou à l'état morbide; il est probable qu'il en existe, et les dernières recherches de M. Bawer peuvent mettre sur la voie pour la découvrir. Toutes les personnes qui ont eu la curiosité de s'assurer de leurs principaux résultats n'ont pas hésité à donner deux millimètres de diamètre aux globules du sang humain, dans les circonstances où ils les avaient mesurés. L'erreur ne pourrait donc provenir que de la valeur adoptée pour exprimer le pouvoir amplifiant de leur microscope. Quant à l'inégalité des particules dans le même sang, ils ne peuvent pas croire qu'elle soit réelle, au moins dans celui qu'on tire des parties du corps très-excentriques. Rien n'est plus régulier que le sang humain sous ce point de vue : il faut chercher avec beaucoup de soin pour rencontrer des molécules qui s'écartent du diamètre ordinaire ; et ils ont presque toujours trouvé en définitive qu'une illusion d'optique, une différence dans le foyer, ou une altération mécanique du globule, causaient cette variation.

On voit donc que la méthode adoptée par MM. Prevost et Dumas nous offre des résultats au moins très-comparables, si l'on veut se refuser à les envisager comme absolus. C'est là tout ce que réclament pour le moment les besoins de la science, et sous ce rapport il est utile de présenter ici le tableau qu'ils ont tracé d'après leurs expériences.

Animaux à globules circulaires.

NOM DE L'ANIMAL.	DIAMÈTRE appar. avec un gross. de 300 fois le diamèt.	DIAMÈTRE réel en fractions vulgaires.	DIAMÈTRE réel en fractions décimales.
	mm.	mm.	mm.
Callitriche d'Afrique. . . .	2,5	1/120	0,00833.
Homme, chien, lapin, cochon, hérisson, cabiais, muscardin	2	1/150	0,00666.
Âne.	1,85	1/167	0,00617.
Chat, souris grise et blanche, surmulot.	1,75	1/171	0,00583.
Mouton, oreillard, cheval, mulet, bœuf.	1,50	1/200	0,00500.
Chamois, cerf.	1,37	1/218	0,00456.
Chèvre	1	1/283	0,00386.

Animaux à globules alongés.

NOM DE L'ANIMAL.	DIAMÈTRES appar. avec un gross. de 300 fois le diamèt.		DIAMÈTRES réels en fractions vulgaires.		DIAMÈTRES réels en fractions. décimales.	
	grand.	petit.	grand.	petit.	grand.	petit.
	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.
Orfraie, pigeon.	4,00	2,00	1/758	1/150	0,01333	0,00666
Dinde, canard.	3,84	*id.*	1/79	—	0,01266	—
Poulet.	3,67	—	1/81	—	0,01223	—
Paon.	3,52	—	1/85	—	0,01173	—
Oie, chardonneret, corbeau, moineau. . . .	3,47	—	1/86	—	0,01156	—
Mésange.	3,00	—	1/100	—	0,01000	—
Tortue terrestre.	6,15	3,85	1/48	1/77	0,0205	0,0128
Vipère.	4,97	3,00	1/60	1/100	0,0165	0,0100
Orvet.	4,50	2,60	1/66	1/115	0,0150	0,0866
Couleuvre de Razomousky.	5,80	5,00	1/51	1/100	0,0193	0,0100
Lézard gris	4,55	2,71	1/66	1/111	0,0151	0,0090
Salamandre ceinturée. . *Id.* à crête.	8,50	5,28	1135	1/56	0,0283	0,0176
Crapaud commun, Grenouille commune, *Id.* à tempes rousses. .	6,80	4, »	1/45	1/75	0,0228	0,0133
Lotte, véron, dormille. Anguille.	4, »	2,44	1/75	1/123	0,0133	0,0813

Il est à remarquer que MM. Prevost et Dumas sont parvenus à déterminer avec assez de précision la nature de la courbe dans ces derniers, et qu'ils ont pu s'assurer qu'elle devait être rapportée à l'ellipse.

Leurs observations comprennent aussi quelques mollusques et quelques insectes. Ils se proposent de les publier, et ils ont toujours rencontré dans ces classes des globules circulaires, mais quelquefois très-irréguliers.

D'ailleurs les résultats que nous venons de parcourir parlent d'eux-mêmes, et montrent que les globules du sang sont très-nettement dessinés et circulaires dans les mammifères, elliptiques au contraire dans les oiseaux et les animaux à sang froid. On voit aussi qu'ils sont aplatis dans tous les animaux, et composés d'un noyau central renfermé dans un sac membraneux.

Appareil du cours du sang artériel.

Il se compose, 1° des veines pulmonaires, 2° des cavités gauches du cœur, 3° des artères.

Veines pulmonaires.

Elles naissent à la manière des veines proprement dites, dans le tissu du poumon, c'est-à-dire qu'elles forment d'abord un nombre infini de radicules qui sont la continuation immédiate de l'artère pulmonaire. Ces radicules se réunissent pour former des racines plus grosses, puis plus grosses encore; enfin, elles se terminent toutes en quatre vaisseaux, lesquels viennent, après un trajet très-court, s'ouvrir dans l'oreillette gauche. Les veines pulmonaires diffèrent des autres veines en ce qu'elles ne s'anastomosent plus entre elles dès qu'elles ont acquis une certaine grosseur : on a vu une disposition analogue dans les divisions de l'artère qui se distribue au poumon. Les veines pulmonaires n'ont point de valvules, et leur structure est semblable

à celle des autres veines; leur membrane moyenne est cependant un peu plus épaisse, et paraît jouir d'une élasticité plus marquée.

Cavités gauches du cœur.

La forme, la grandeur de l'oreillette gauche diffère peu de la droite; seulement sa surface est lisse et ne présente aucune colonne charnue, si ce n'est dans l'appendice nommé *oricule*. Elle communique par une ouverture ovalaire avec le ventricule gauche que l'épaisseur plus grande de ses parois, le nombre, le volume et la disposition de ses colonnes charnues, distinguent du droit : l'ouverture par laquelle l'oreillette et le ventricule communiquent est garnie d'une valvule nommée *mitrale*, très-analogue à la tricuspide. Le ventricule donne naissance à l'artère *aorte*, dont l'orifice présente trois valvules semblables aux sygmoïdes de l'artère pulmonaire.

Des artères.

L'aorte est au ventricule gauche ce que l'artère pulmonaire est au ventricule droit, mais elle en diffère sous plusieurs rapports importans : sa capacité et son étendue sont de beaucoup plus considérables, presque toutes ses divisions sont considérées comme des artères, et ont reçu des noms particuliers; ses branches s'anastomosent entre elles de diverses manières, plusieurs présentent des flexuosités nombreuses et très-prononcées; elle se distribue à toutes les parties du corps, et affecte dans chacune une disposition particulière; enfin, elle se termine en communiquant avec les veines et les vaisseaux lymphatiques. Du reste, la structure de l'aorte est fort analogue à celle de l'artère pulmonaire, seulement sa membrane moyenne est beaucoup plus épaisse et élastique. Dans presque toute son étendue, l'aorte est accompagnée par des filamens provenant des ganglions du grand sympathique : ces filamens paraissent se répandre dans ses parois.

Cours du sang artériel dans les veines pulmonaires.

Nous avons fait voir, en traitant du cours du sang dans l'artère pulmonaire, comment ce liquide arrive jusqu'aux dernières divisions de ce vaisseau; le sang ne s'arrête pas là, il passe dans les radicules des veines pulmonaires, et bientôt parvient jusqu'au tronc de ces veines elles-mêmes; dans ce trajet, il présente un mouvement graduellement accéléré, à mesure qu'il passe des petites veines dans les plus grosses; du reste son cours n'est point saccadé, et paraît à peu près également rapide dans les quatre veines pulmonaires.

Mais quelle cause détermine la progression du sang dans ces veines? Celle qui se présente naturellement à l'esprit est la contraction du ventricule droit et le resserrement des parois de l'artère pulmonaire; en effet, après avoir poussé le sang jusqu'aux dernières divisions de l'artère du poumon, on ne voit pas pourquoi ces deux causes ne continueraient pas à le faire mouvoir jusque dans les veines pulmonaires.

Telle était l'opinion d'Harvey, qui, le premier, démontra le véritable cours du sang; mais les physiologistes plus modernes l'ont, à ce qu'il paraît trouvée trop simple; et il est généralement admis aujourd'hui qu'une fois arrivé dans les dernières divisions de l'artère pulmonaire et dans les premières radicules des veines, ou, selon le langage adopté, dans les *capillaires* du poumon, le sang ne se meut plus sous l'influence du cœur, mais bien par l'action propre aux petits vaisseaux qu'il traverse.

Cette idée de l'action des vaisseaux capillaires sur le sang est capitale dans la physiologie actuelle; elle fascine assez l'esprit pour qu'à son aide les phénomènes les plus obscurs et les plus inexplicables paraissent s'expliquer facilement.

Examinons-la donc avec attention; et d'abord, cette action des capillaires

a-t-elle été vue par quelques observateurs? tombe-t-elle sous les sens? Non, personne ne l'a jamais vue; on la suppose (1).

Mais admettons pour un instant cette action des capillaires : en quoi la fait-on consister? Est-ce une contraction plus ou moins forte, par laquelle ils chassent le sang qui les remplit? En se resserrant, ils chasseront, je veux le croire, le sang; mais il n'y a aucune raison pour qu'ils le dirigent plutôt du côté des artères que du côté des veines. Ensuite, une fois le petit vaisseau vidé, comment se remplira-t-il de nouveau? Ce ne peut être qu'autant que le cœur y poussera de nouveau sang, ou bien qu'en se dilatant il attirera le liquide placé dans les vaisseaux voisins : dans cette supposition, il attirera tout aussi bien celui des veines que celui des artères. Ainsi, en admettant, ce qui assurément est une supposition bien gratuite, que les vaisseaux capillaires se contractent et se resserrent alternativement, on n'aurait pas encore une explication de la fonction qu'on leur attribue. Pour qu'ils pussent avoir cet usage, il faudrait que chaque capillaire fût disposé d'une manière analogue au cœur, qu'il fût composé de deux parties, dont l'une se dilaterait tandis que l'autre se contracterait, et qu'entre elles il y eût une valvule pareille ou analogue à la mitrale; encore, avec cette disposition, ne pourrait-on pas se rendre raison du cours uniforme qu'a le sang dans ces vaisseaux et dans les veines pulmonaires. Il en est de même d'un prétendu mouvement péristaltique que l'on s'est plu à supposer.

De quelque côté qu'on envisage cette action des capillaires, on n'y voit que vague et contradiction; d'ailleurs, dans les reptiles, où, à l'aide du microscope, il est facile de voir le sang de l'artère pulmonaire passer dans les veines, on n'aperçoit aucun mouvement dans le lieu où l'artère se transforme en veine; et cependant le cours du sang y est très-manifeste et même assez rapide.

Concluons donc que l'action des capillaires pulmonaires sur le mouvement du sang dans les veines pulmonaires est une supposition gratuite, un jeu d'esprit insoutenable, et que la véritable cause du passage du sang de l'artère dans les veines pulmonaires est la contraction du ventricule droit.

Je suis loin de penser que les petits vaisseaux se prêtent toujours également bien au passage du sang; nous avons la preuve du contraire à chaque inspiration ou expiration. Quand le poumon est distendu par l'air, le passage est facile; la poitrine est-elle resserrée, le poumon contient-il peu d'air, il devient plus difficile. Il est en outre extrêmement probable qu'ils sont dilatés ou resserrés suivant la quantité de sang qui traverse le poumon, et probablement par plusieurs autres circonstances. J'admets très-volontiers que, suivant qu'ils sont distendus ou contractés, ils doivent influencer la marche du liquide qui les traverse; mais il y a loin de les croire susceptibles de modifier le cours du sang, à les considérer comme les seuls agens de son mouvement.

Toutefois la huitième paire paraît avoir une grande influence sur le passage du sang à travers les poumons. Il est très-probable qu'elle modifie la disposition des capillaires de ces organes.

Sur les cadavres, lorsqu'on pousse une injection d'eau dans l'artère pulmonaire, elle passe aussitôt dans les veines; il s'en échappe cependant une partie qui passe dans les cellules bronchiques, où elle se mêle à l'air, et forme avec ce fluide une mousse peu considérable; et si l'injection est répétée un certain nombre de fois, une autre portion s'épanche et s'infiltre dans le tissu cellulaire du poumon.

Au bout d'un certain temps, quand cette infiltration est devenue un peu considé-

---

(1) Cette action des vaisseaux est même directement contraire à l'observation. Dans le poumon des reptiles, à l'aide d'une simple loupe, on voit le sang passer des artères dans les veines sans jamais apercevoir aucun mouvement des vaisseaux. Cependant le moindre changement de dimension serait très-apparent; il en est de même dans quelques animaux à sang chaud, où l'on peut voir le sang traverser les capillaires.

rable, il devient impossible de faire passer l'injection dans les veines pulmonaires; des effets analogues arrivent quand, au lieu d'eau, c'est du sang qui est injecté dans l'artère pulmonaire. Ces phénomènes, comme on voit, ont beaucoup d'analogie avec ceux que produit la section de la huitième paire sur les animaux vivans (1).

C'est en ayant égard à l'extrême étroitesse du calibre des capillaires des poumons qu'il est possible de comprendre l'utilité des globules du sang et la ténuité de leur volume. Si la partie solide et non soluble du sang n'avait pas été partagée en masses aussi petites, elle n'aurait pas pu traverser les vaisseaux qui joignent les artères et les veines. L'expérience le prouve : j'ai injecté dans les veines d'un animal de la poudre impalpable de soufre et de charbon, suspendue dans un peu d'eau gommée; les animaux sont morts très-promptement, et à l'ouverture de leur corps j'ai trouvé les capillaires pulmonaires bouchés par la poudre injectée, et qui s'était trouvée trop grossière pour les traverser.

Si même le sang est trop visqueux, et que ses particules se séparent avec une certaine difficulté, la circulation s'arrête, parce que le sang ne traverse plus le poumon; il s'y engorge et s'y épanche. Plusieurs maladies graves doivent peut-être leur origine à cette cause; on fait du moins périr presque immédiatement des animaux en introduisant des liquides plus visqueux que le sang dans la circulation; tels sont l'huile, le mucilage, et même le mercure métallique, comme l'a observé M. Gaspard. (Voyez mon *Journal de Physiologie,* tome 1.)

Absorption des veines pulmonaires.

De même que les autres veines, les pulmonaires absorbent, et transportent au cœur les substances qui se sont trouvées en contact avec le tissu spongieux des lobules du poumon.

Il suffit d'inspirer une seule fois de l'air chargé de particules odorantes, pour que les effets s'en manifestent dans l'économie animale.

Les gaz délétères, les substances médicamenteuses répandues dans l'air, les miasmes putrides, certains poisons ou médicamens appliqués sur la langue, produisent de cette manière des effets qui nous étonnent par leur promptitude.

La manière dont s'exécute cette absorption, long-temps inconnue, et objet d'une multitude de suppositions et d'hypothèses, est extrêmement simple; tout dépend des propriétés physiques des parois vasculaires : si un gaz ou une vapeur pénètre dans le poumon, ces corps traversent les membranes qui forment les parois des petits vaisseaux, et se mêlent au sang; si c'est un liquide, il s'imbibe dans les mêmes parois, arrive jusque dans la cavité des vaisseaux, il y est bientôt entraîné par le sang qui s'y meut, et comme ces parois sont très-minces, le passage ou, ce qui est la même chose, l'absorption se fait très-rapidement.

Dans les cas d'épidémies, de fièvres dites contagieuses, il est d'une haute importance de rechercher les matières qui, sous forme de vapeur, gaz, miasme, etc., peuvent se répandre dans l'air est arriver dans le poumon. Le médecin qui visite des malades atteints de maladies graves où il y a des émanations fétides, fait toujours bien d'éviter de les respirer.

Passage du sang artériel à travers les cavités gauches du cœur.

Le mécanisme par lequel le sang traverse l'oreillette et le ventricule gauches est

---

(1) Dans les maladies où il y a altération du tissu pulmonaire, les pneumonies, les hépatisations grises, etc., je me suis assuré que le passage d'une injection aqueuse est impossible ou très-difficile de l'artère pulmonaire aux veines; dans certains cas où il existait, avant la mort,

le même que celui par lequel le sang veineux traverse les cavités droites. Quand l'oreillette gauche se dilate, le sang des quatre veines pulmonaires s'y précipite et la remplit; quand elle vient ensuite à se contracter, une partie du sang passe dans le ventricule, une autre partie reflue dans les veines pulmonaires; quand le ventricule se dilate, il reçoit le sang qui vient de l'oreillette, et une petite quantité de celui de l'aorte; quand il se contracte, la valvule mitrale est soulevée, elle ferme l'ouverture *oriculo-ventriculaire*, et le sang ne peut retourner dans l'oreillette; il s'engage dans l'aorte en soulevant les trois valvules sygmoïdes, qui avaient été abaissées pendant la dilatation du ventricule.

Il faut remarquer cependant que les colonnes charnues, n'existant pas dans l'oreillette gauche, ne peuvent avoir sur le sang l'influence dont nous avons parlé pour la droite, et que le ventricule artériel étant beaucoup plus épais que le veineux, comprime le sang avec une force bien plus grande que le droit; ce qui était indispensable, à raison du trajet qu'il doit faire parcourir à ce liquide.

Cours du sang dans l'aorte et ses divisions.

Malgré les différences qui existent entre cette artère et la pulmonaire, les phénomènes du cours du sang y sont à peu près les mêmes : ainsi une ligature étant appliquée sur ce vaisseau près du cœur, sur un animal vivant, il se resserre dans toute son étendue, et le sang, à l'exception d'une certaine quantité qui reste dans les principales artères, passe dans les veines en peu d'instans.

Quelques auteurs mettent en doute le fait du resserrement des artères; pour les convaincre, faites l'expérience suivante: Mettez à découvert l'artère carotide d'un animal vivant, dans une étendue de plusieurs pouces, prenez avec un compas la dimension transversale du vaisseau, liez-le en même temps à deux points différens, vous aurez ainsi une longueur quelconque d'artère pleine de sang; faites aux parois de cette portion d'artère une petite ouverture, aussitôt vous verrez le sang sortir presque en totalité, et même être lancé à une certaine distance. Mesurez ensuite la largeur avec le compas, et vous ne douterez pas que l'artère ne se soit de beaucoup resserrée, si l'expulsion prompte du sang ne vous avait déjà convaincu. Cette expérience prouve aussi, contre l'opinion de Bichat, que la force avec laquelle les artères reviennent sur elles-mêmes est suffisante pour expulser le sang qu'elles contiennent; j'en donnerai tout-à-l'heure d'autres preuves.

Pendant la vie, cette expulsion presque totale ne peut arriver, parce que le ventricule gauche envoie à chaque instant de nouveau sang dans l'aorte, et que ce sang remplace celui qui passe continuellement dans les veines.

Chaque fois que le ventricule pousse du sang dans l'aorte, elle est distendue, ainsi que ses divisions d'un certain calibre; mais la dilatation va en s'affaiblissant à mesure que les artères deviennent plus petites; elle cesse tout-à-fait dans celles qui sont très-peu volumineuses. Ces phénomènes sont, comme on voit, les mêmes que nous avons décrits en parlant de l'artère pulmonaire; l'explication que nous en avons donnée doit être reproduite ici.

Le poli de la surface intérieure des artères doit être très-favorable au mouvement du sang : on sait du moins que s'il diminue, comme cela arrive dans certaines maladies, le cours du liquide est plus ou moins gêné, et peut même cesser entièrement.

---

une expectoration abondante, l'injection passait dans les bronches. Enfin j'ai de fortes raisons pour soupçonner que la plupart des lésions organiques du poumon consistent dans un empêchement plus ou moins grand du passage du sang à travers les capillaires pulmonaires, et par suite dans un épanchement des divers élémens du sang dans le parenchyme des poumons.

C'est probablement aussi la raison pour laquelle le sang ne coule pas long-temps à travers un tube où l'on a introduit l'extrémité d'une artère ouverte. Il est très-probable que le frottement du sang contre les parois des artères, son adhésion à ces parois, sa viscosité, etc., doivent avoir aussi une grande influence sur son mouvement; mais il est impossible d'apprécier ces diverses causes réunies ou séparées.

Indépendamment de ces phénomènes communs aux deux artères, il en est quelques-uns de particuliers à l'aorte, et qui dépendent des anastomoses existances entre ses branches, et des courbures multipliées qu'offrent la plupart d'entre elles.

Partout où une artère présente une courbure, il y a, chaque fois que le ventricule se contracte, une tendance au redressement ou même un redressement véritable du vaisseau, tendance qui se manifeste par un mouvement apparent, nommé par quelques auteurs *locomotion de l'artère,* et qui a été regardé comme la cause principale du pouls. Ce mouvement est d'autant plus marqué, qu'on l'observe plus près du cœur et dans une plus grosse artère. La crosse de l'aorte est le lieu où il est le plus apparent : il est facile de s'en rendre raison.

Une conséquence à déduire de ce fait, c'est qu'il est mécaniquement impossible que les courbures des artères, particulièrement quand elles sont anguleuses, ne ralentissent pas le cours du sang. Bichat s'est entièrement trompé à cet égard, quand il assure que les courbures artérielles ne peuvent en rien l'influencer. Cela ne pourrait arriver, dit-il, qu'autant que les artères seraient vides quand le cœur y envoie du sang; et comme elles sont constamment pleines, cet effet ne peut avoir lieu. Mais, puisque chaque courbure entraîne une dépense de force employée à redresser le vaisseau, ou seulement à tendre à le redresser, il y a nécessairement moins de force pour le mouvement du liquide, et par conséquent ralentissement de son mouvement.

Il est beaucoup plus difficile d'expliquer l'influence des diverses anastomoses; on voit bien qu'elles sont utiles, et que, par leur secours, les artères se suppléent mutuellement dans la distribution du sang aux organes; mais on ne saurait dire avec exactitude quelles modifications elles impriment à la marche du sang.

Si les dimensions, les courbures, et probablement les anastomoses des artères, ont une aussi grande influence sur le cours du sang, il est impossible que tous les organes, où chacune de ces choses présente une disposition différente, reçoivent du sang avec la même vitesse, et par conséquent avec la même force. Le cerveau, par exemple, a quatre artères volumineuses pour lui seul; mais ces artères font de nombreux circuits, présentent même plusieurs courbures anguleuses avant de pénétrer dans le crâne, et quand elles y sont parvenues, elles s'anastomosent très-fréquemment; et enfin, elles n'entrent dans le tissu de l'organe que lorsqu'elles sont devenues d'une petitesse extrême : le sang ne doit donc s'y répandre que très-lentement. L'expérience le prouve : enlevez une tranche de substance cérébrale, il n'y a presque point d'écoulement de sang.

La rein, au contraire, a une seule artère courte et volumineuse, qui s'enfonce dans son parenchyme alors que ses divisions sont encore très-grosses : le sang doit donc le traverser avec rapidité, aussi ce liquide coule-t-il en abondance de la plus légère blessure faite au rein.

Ainsi, par le concours des circonstances qui modifient le cours du sang artériel, se trouve résolu un problème d'hydraulique très-compliqué, savoir, *la distribution continue, et très-variée pour la quantité et la vitesse, d'un même fluide contenu dans un seul système de tuyaux dont les parties sont très-inégales pour la longueur et pour la capacité, et au moyen d'un seul agent alternatif d'impulsion.*

Au nombre des phénomènes du cours du sang artériel, nous avons placé la dilatation et le resserrement des artères.

Bichat n'admet pas l'existence de ces phénomènes. Cet auteur ne veut pas que les artères se dilatent dans l'instant où le ventricule se contracte, et il nie formellement qu'elles se resserrent pour pousser le sang dans toutes les parties; je crois cependant

qu'avec un peu d'attention il est possible de voir distinctement sur une artère mise à nu ces deux phénomènes. Ils sont, par exemple, évidens dans les grosses artères, telles que l'aorte pectorale ou abdominale, surtout dans les grands animaux; mais, pour les rendre apparens sur des artères plus petites, il faut faire l'expérience suivante:

Mettez à découvert sur un chien l'artère et la veine crurale dans une certaine étendue, passez ensuite derrière ces deux vaisseaux une ligature dont vous nouerez fortement les extrémités à la partie postérieure de la cuisse; de cette manière le sang n'arrivera au membre que par l'artère crurale, et ne retournera au cœur que par la veine; mesurez avec un compas le diamètre de l'artère puis pressez-la entre les doigts, pour y intercepter le cours du sang, et vous la verrez peu-à-peu diminuer de volume au-dessous de l'endroit comprimé, et se vider du sang qu'elle contenait. Laissez ensuite le sang y pénétrer de nouveau en cessant de la comprimer, vous la verrez bientôt se distendre à chaque contraction du ventricule, et reprendre les dimensions qu'elle avait précédemment (1).

Mais, tout en considérant comme certaines la contraction et la dilatation des artères, je suis loin de penser, avec quelques auteurs du siècle dernier, qu'elles se dilatent d'elles-mêmes, et qu'elles se contractent à la manière des fibres musculaires; je suis certain, au contraire, qu'elles sont passives dans les deux cas, c'est-à-dire que leur dilatation et leur resserrement ne sont qu'un simple effet de l'élasticité de leurs parois, mise en jeu par le sang que le cœur pousse continuellement dans leur cavité.

Il n'y a, sous ce rapport, aucune différence entre les grosses et les petites artères. J'ai constaté, par des expériences directes, que dans aucun point les artères ne présentent d'indices d'irritabilité, c'est-à-dire qu'elles restent immobiles sous l'action des instrumens piquans, des caustiques et du courant galvanique (2).

Ne reconnaissant point la contractilité des parois artérielles, Bichat a dû nécessairement rejeter le phénomène important qui en est l'effet. Il ne croyait donc pas que le sang *coulât* ou se mût d'une manière continue dans ces vaisseaux; il pensait que la masse entière du liquide était déplacée dans l'instant où le ventricule se contracte, et immobile dans l'instant de son relâchement, comme il arriverait si les parois des artères étaient inflexibles.

Cette opinion a été soutenue par un médecin anglais, M. le docteur Johnson, qui a même fait construire une machine pour rendre le phénomène évident : mais il suffit d'ouvrir une artère sur un animal vivant pour voir que le sang sort par un jet *continu-saccadé* si l'artère est grosse, et *continu-uniforme* si l'artère est petite. Or, l'action du cœur étant intermittente, elle ne peut produire un écoulement continu. Il est donc impossible que les artères n'agissent pas sur le sang.

L'élasticité des parois artérielles représente celle du réservoir d'air dans certaines pompes à jeu alternatif, et qui pourtant fournissent le liquide d'une manière continue; et en général on sait, en mécanique, *que tout mouvement intermittent peut être transformé en mouvement continu, en employant la force qui le produit à comprimer un ressort qui réagit ensuite avec continuité.*

---

(1) Nous devons à M. Poiseuille un instrument fort simple au moyen duquel il est facile de rendre évidente la dilatation et la contraction des artères. Voyez *Journal de Physiologie, expérimentale*, année 1830.

(2) Le docteur Hastings, d'Édimbourg, ne trouve pas moins de quatre espèces de contractions dans les grosses artères, 1° l'*annulaire*, 2° la *rampante*, 3° la *crispation*, et une quatrième, caractérisée par une *contraction* et une *dilatation alternative*. Enfin, selon le même auteur, le cœur n'aurait point ou peu d'influence sur la circulation. Il est difficile de s'abuser plus complètement.

Passage du sang des artères dans les veines.

Quand une injection est poussée, sur le cadavre, dans une artère, elle revient promptement par la veine correspondante : la même chose a lieu, et encore plus facilement, si l'injection se fait dans l'artère d'un animal vivant. Sur les animaux à sang froid, et même sur des animaux à sang chaud, on voit, à l'aide du microscope, le sang passer des artères dans les veines, la communication entre ces vaisseaux est donc directe et extrêmement facile; il est naturel de penser que le cœur, après avoir poussé le sang aux dernières artérioles, continue de le faire mouvoir dans les radicules veineuses, et jusque dans les veines. Harvey et un grand nombre d'anatomistes célèbres le pensaient ainsi. Bichat, dans ces derniers temps, s'est élevé contre cette théorie; il a donné des limites à l'influence du cœur; il veut qu'elle cesse tout-à-fait à l'endroit où le sang artériel se transforme en sang veineux, c'est-à-dire dans les innombrables petits vaisseaux qui terminent les artères et commencent les veines. Selon lui, à cet endroit, *l'action seule des petits vaisseaux* est la cause du mouvement du sang.

Nous avons déjà combattu cette erreur en parlant du cours du sang dans le poumon : les mêmes raisonnemens s'appliquent parfaitement ici. Bichat dit que cette action des capillaires consiste dans une *espèce d'oscillation, de vibration insensible des parois vasculaires.* Or, je demande comment une oscillation, ou une vibration *insensible* des parois peut déterminer le mouvement d'un liquide contenu dans un canal. Ensuite, si cette vibration est insensible, qui en a révélé l'existence? Ne compliquons donc pas une question simple, par des suppositions vagues et dénuées de preuves, et admettons l'explication qui se présente naturellement à l'esprit; savoir, que la cause principale qui fait passer le sang des artères dans les veines est la contraction du cœur (1).

Voici d'ailleurs quelques expériences qui me paraissent rendre le phénomène évident.

Après avoir passé une ligature autour de la cuisse d'un chien, comme je l'ai indiqué tout-à-l'heure, c'est-à-dire sans comprendre ni l'artère ni la veine crurales, appliquez une ligature séparément sur la veine près de l'aine, et faites ensuite une légère ouverture à ce vaisseau : aussitôt le sang s'échappera en formant un jet assez élevé. Pressez ensuite l'artère entre les doigts pour empêcher le sang artériel d'arriver au membre, le jet de sang veineux ne s'arrêtera pas pour cela, il continuera quelques instans : mais il ira en diminuant, et l'écoulement finira par s'arrêter, quoique la veine soit pleine dans toute sa longueur. Si pendant la production de ces phénomènes on examine l'artère, on verra qu'elle se resserre peu à peu, et qu'elle finit par se vider complètement; c'est alors que le sang de la veine s'arrête : à cette époque de l'expérience, cessez de comprimer l'artère, le sang poussé par le cœur s'y

---

(1) Voici comment s'exprime sur ce sujet l'auteur de l'article le plus récent sur la circulation :

« Nous croyons donc que les artères agissent dans la circulation, non par une action d'irritabilité du genre de celle qu'on observe dans le cœur, non par une simple élasticité, mais » par *une action de contraction qui est en quelque chose organique et vitale.* Cette action de contrac- » tion est plus grande dans les petites artères que dans les grosses, *qui semblent davantage ne* » *développer qu'une pure élasticité,* et elle fonde une seconde cause de la circulation artérielle. » Sans contredit le cœur est la principale, puisque c'est lui qui imprime la première impulsion » au liquide, et que de plus, en dilatant l'artère, il met en jeu *sa force d'élasticité et de contrac-* » *tilité; mais enfin cette dernière doit aussi entrer en ligne de compte.* » (*Nouveau Dictionn. de Médecine,* tom. V, page 320.)

Ce langage peut-il être celui de la vérité?

précipitera, et aussitôt qu'il sera arrivé dans les dernières divisions, le sang recommencera à couler par l'ouverture de la veine, et petit à petit le jet se rétablira comme auparavant. Maintenant comprimez de nouveau l'artère jusqu'à ce qu'elle se soit vidée, ensuite n'y laissez pénétrer que lentement le sang artériel : dans ce cas l'écoulement du sang par la veine se fera, mais il n'y aura pas de jet, tandis qu'il se développera dès que l'artère sera entièrement libre. On obtiendra des résultats analogues en poussant une injection d'eau tiède dans l'artère, au lieu d'y laisser le sang pénétrer; plus l'injection sera poussée avec force, plus le liquide sortira avec promptitude par la veine.

J'ai dit, en parlant des vaisseaux lymphatiques, qu'ils communiquent avec les artères et que les injections passent aisément des unes dans les autres; cette communication devient encore plus évidente quand on injecte quelques substances salines ou colorantes dans les veines d'un animal vivant. Je me suis assuré plusieurs fois que ces substances passent dans les lymphatiques en moins de deux ou trois minutes, car leur présence est facile à démontrer dans la lymphe extraite de ces vaisseaux.

Tant que les veines qui sortent des organes sont libres, le sang qui y arrive par les artères traverse leur parenchyme, et ne s'y accumule point ; mais si les veines sont comprimées, ou ne peuvent se vider du sang qu'elles contiennent, le sang arrivant toujours par les artères, et ne trouvant plus à s'échapper dans les veines, s'accumule dans le tissu de l'organe, en distend les vaisseaux sanguins, et augmente plus ou moins son volume, surtout si ses propriétés physiques peuvent se prêter à ces changemens. Ce phénomène peut être observé sur beaucoup d'organes; mais comme il est plus apparent au cerveau, il y a été plus souvent remarqué.

Ce gonflement du cerveau par la gêne de la circulation arrive chaque fois que le cours du sang est plus difficile dans le poumon, et, comme cela a lieu en général dans l'expiration, le cerveau se gonfle dans cet instant, d'autant plus que l'expiration est plus complète et plus prolongée. Dans les jeunes animaux, où le cerveau reçoit proportionnellement plus de sang artériel, le gonflement est plus marqué. (Voyez *De l'influence des muscles inspirateurs et des expirateurs sur le mouvement du sang.*)

Remarques sur les mouvemens du cœur.

A. L'oreillette et le ventricule droits, l'oreillette et le ventricule gauches, dont nous avons étudié séparément l'action, ne forment réellement qu'un même organe, qui est le *cœur.*

Les oreillettes se contractent et se dilatent ensemble ; il en est de même des ventricules, dont les mouvemens sont simultanés. Quand on parle de la contraction du cœur, c'est celle des ventricules que l'on désigne; leur resserrement est aussi nommé *systole;* leur dilatation, *diastole.*

La contraction des oreillettes est généralement rapide et brusque, souvent elle a lieu deux fois pour une seule contraction des ventricules. Leur dilatation est plus lente, parce qu'elle dépend de l'abord du sang des veines caves ou pulmonaires; mais si ces veines sont pleines, le sang s'y précipite et les distend avec promptitude. L'effort des colonnes sanguines qui cherchent à s'introduire dans les oreillettes est quelquefois si considérable, que toute contraction cesse dans les parois oriculaires, et qu'il n'y a plus que leur élasticité de mise en jeu. J'ai vu souvent ce phénomène chez des animaux, et je me suis plusieurs fois assuré qu'il arrive aussi chez l'homme. Ici, comme dans maintes autres circonstances, l'élasticité remplace avec avantage la contractilité.

B. Chaque fois que les ventricules se contractent, la totalité du cœur est brusquement portée en avant, et la pointe de cet organe vient frapper la paroi latérale gauche de la poitrine, vis-à-vis l'intervalle des sixième et septième vraies côtes.

Ce choc est accompagné d'un bruit particulier, sur lequel nous reviendrons dans un moment.

Le déplacement en avant du cœur dans la systole des ventricules a donné lieu à une longue et vive controverse : les uns prétendaient que le cœur se raccourcissait en se contractant; les autres soutenaient qu'il s'alongeait, et qu'il devait nécessairement le faire ; car sans cela il n'aurait pas pu frapper la paroi du thorax, puisqu'il en est éloigné de plus d'un pouce dans la diastole. Un grand nombre d'animaux furent inutilement sacrifiés pour étudier le mouvement du cœur; dans le même instant ceux-ci voyaient le cœur se raccourcir, et ceux-là le voyaient s'alonger. Ce que les expériences ne purent faire, un raisonnement très-simple le fit. Bassuel intervint dans la dispute, et montra que, si le cœur s'alongeait dans la systole, les valvules mitrales et tricuspides, retenues abaissées par les colonnes charnues, ne pourraient fermer les ouvertures oriculo-ventriculaires. Les partisans de l'alongement ne persistèrent plus; mais il restait à démontrer comment, les ventricules se raccourcissant, le cœur se porte en avant.

Senac fit voir que cela dépendait de trois causes, 1° la dilatation des oreillettes, qui se fait pendant la contraction du ventricule; 2° la dilatation de l'aorte et de l'artère pulmonaire, par suite de l'introduction du sang que les ventricules y ont poussé; 3° le redressement de la crosse de l'aorte par l'effet de la contraction du ventricule gauche.

La contraction des ventricules et le mouvement de transport du cœur vers la paroi gauche du thorax sont accompagnés d'un bruit sourd, mais distinct pour une oreille appliquée sur la région cardiaque. Ce son précède d'un moment très-court un autre bruit plus clair, dont nous avons parlé à l'occasion du ventricule droit, et qui accompagne non la contraction, mais la dilatation de cette cavité. Ces deux sons, qui se succèdent rapidement, forment ce qu'on nomme aujourd'hui en physiologie pathologique *les bruits du cœur*, et sont d'un grand secours dans le diagnostic des affections organiques ou autres de cet organe. Tous deux résultent du choc du cœur sur les parois du thorax. Le premier, ou le bruit sourd, dépend, je l'ai déjà dit, du choc de la pointe du cœur sur l'intervalle qui sépare la sixième et la septième côte; mais il peut se produire partout ailleurs, si par une cause quelconque le cœur est déplacé ou la paroi thoracique déformée. Le caractère sourd de ce son paraît dépendre de la masse considérable du corps choquant et du peu d'élasticité du corps choqué.

Le second bruit correspond à la dilatation des ventricules, et par conséquent à l'entrée rapide du sang dans ces cavités. La formation du bruit a été d'abord attribuée à la contraction des oreillettes, puis au sang qui arrivait brusquement dans les ventricules en frappant leurs parois de manière à y exciter des vibrations sonores; mais ni l'une ni l'autre de ces explications ne sont fondées; je l'ai dit déjà, un cœur mis à nu dans le moment de sa plus grande énergie ne produit aucun bruit, à moins qu'il ne frappe çà et là sur les parties environnantes, et si, comme je l'ai fait, on place à travers les parois thoraciques d'un chien une petite tige mobile sur le ventricule droit et une autre sur la pointe du cœur, il est facile de vérifier que chacun des bruits est accompagné d'un choc qui se manifeste clairement au dehors par un mouvement étendu des petites tiges. Si le second bruit est plus clair, cela tient sans doute à ce que la masse du corps choquant est peu considérable et que le corps choqué est le sternum, qui est beaucoup plus sonore que la paroi latérale du thorax, en grande partie musculaire.

C. Le nombre des battemens du cœur est considérable; il est en général d'autant plus grand qu'on est plus jeune.

A la naissance, il est de	130	à	140	par minute.
A 1 an.	120		130	
A 2 ans.	100		110	
A 3 ans.	90		100	

A 7 ans, il est de.	85	à	90 par minute.
A 14 ans.	80		85
A l'âge adulte.	75		80
A la première vieillesse.	65		75
A la vieillesse confirmée.	60		65

Mais ces nombres varient suivant une infinité de circonstances, le sexe, le tempérament, la disposition individuelle; il arrive même fréquemment que les vieillards présentent un nombre considérable de pulsations, supérieur même à celui de l'adulte, mais alors le cœur n'est plus dans ses conditions ordinaires, les parois sont hypertrophiées, et son activité accrue, etc.

Les affections de l'ame ont une grande influence sur la rapidité des contractions du cœur; chacun sait qu'une émotion, même légère, modifie aussitôt les contractions, et le plus souvent les accélère. Les maladies apportent aussi de grands changemens à cet égard.

D. Beaucoup de recherches ont été faites pour savoir quelle est la force avec laquelle les ventricules se contractent. Pour apprécier celle du ventricule gauche, on a fait une expérience qui consiste à croiser les jambes, en posant sur un genou le jarret de l'autre jambe, et à suspendre au bout du pied de cette dernière un poids de 25 kilogr. Ce poids considérable, quoique placé à l'extrémité d'un si long levier, est soulevé à chaque contraction du ventricule, à raison du resserrement qui tend à s'opérer dans la courbure accidentelle qu'éprouve l'artère poplitée quand les jambes sont croisées de cette manière.

Cette expérience montre que la force de contraction du cœur est assez grande; mais elle ne peut donner cependant aucune évaluation exacte. Des physiologistes mécaniciens ont fait de grands efforts pour l'exprimer en nombre : Borelli compare la force qui entretient la circulation à celle qui serait nécessaire pour soulever un poids de 180,000 liv.; Hales le croit de 51 liv. 5 onces; et Keil le réduit de 5 à 8 onces. Où trouver la vérité dans ces contradictions?

M. Poiseuille, l'un de nos collaborateurs, a imaginé un instrument ingénieux avec lequel il s'est proposé de mesurer la force du cœur en évitant les obstacles qui se rencontrent dans les moyens d'appréciation employés par ses devanciers. Cet instrument consiste en un tube recourbé, dont la partie verticale, graduée sur une échelle métrique, est remplie par du mercure, et dont une branche horizontale destinée à s'adapter aux artères et aux veines, est remplie par une solution de sous-carbonate de soude qui empêche le sang de se coaguler. Il nomme cet instrument HÉMO-DYNAMOMÈTRE.

Avec cet instrument M. Poiseuille est arrivé à des résultats qui, s'ils ne sont pas tels que l'on pourrait les désirer sous le rapport de la mesure de la force du cœur, sont du moins très-remarquables comme phénomènes mécaniques de la circulation. Je citerai d'abord le fait suivant, qu'il aurait été difficile de prévoir dans l'état actuel de la science.

L'instrument, adapté à une grosse comme à une petite artère, voisine ou éloignée du cœur, donne la même hauteur de la colonne de mercure. Par exemple, appliquée à la carotide d'un cheval, le point d'élévation du mercure est égal à celui qui se montre si l'expérience est faite sur un petit chien (1).

De l'identité de ces résultats l'auteur conclut qu'une molécule de sang *se meut avec la même force dans tout le trajet du système artériel*, conclusion qui va, selon nous, au-delà de ce que prouvent les expériences; car, pour généraliser comme l'auteur le fait, il aurait fallu avoir quelques données expérimentales prises, non dans

(1) Voyez *Journal de Physiologie*, t. VIII, 1828.

les vaisseaux encore assez gros pour que l'instrument puisse s'y adapter, mais dans les vaisseaux beaucoup plus petits, capillaires même, si la chose était possible.

M. Poiseuille établit ensuite ce théorême général : *la force totale statique qui meut le sang dans une artère, est exactement en raison directe de l'aire que présente le cercle de cette artère, ou en raison directe du carré de son diamètre, quel que soit le lieu qu'elle occupe.*

Maintenant, pour obtenir la force d'impulsion du sang qui correspond à une artère d'un calibre donné, il suffit de prendre son diamètre et le poids d'un cylindre de mercure dont la base serait le cercle fourni par ce diamètre, et la hauteur de la colonne de mercure obtenue par l'hémodynamètre sera la force statique avec laquelle le sang se meut dans cette artère.

En appliquant ces principes à la force du cœur aortique de l'homme, M. Poiseuille a trouvé :

Diamètre de l'aorte à sa base o^{m}, o34, sous la pression de 160 millimètres de mercure.

L'aire du cercle de l'aorte 908,2857 millimètres, qui, multipliés par 160 millimètres de hauteur, donnent : 145325,72 millimètres cubes de mercure, dont le poids égale 1 kilogramme 971779, ou 4 livres 3 gros 45 grains, évaluation de la force totale statique du sang au moment de la contraction du ventricule gauche.

Ce chiffre exprimerait donc aussi la force de ce ventricule, et si l'on avait une évaluation semblable pour le ventricule droit, on arriverait à quelque chose d'approximatif sur la force totale du cœur *ventriculaire*. Mais M. Poiseuille n'a point encore, que je sache, appliqué son instrument au système artériel pulmonaire.

Il paraît impossible de savoir au juste la force que le cœur développe en se contractant; car elle doit varier suivant une multitude de causes, telles que l'âge, la taille de l'individu, sa disposition particulière, la quantité de sang, l'état du système nerveux, l'action des organes, l'état de santé ou de maladie, etc.

Tout ce qui a été dit sur la force du cœur n'a rapport qu'à sa contraction; sa dilatation a été regardée comme un phénomène actif, et j'ai moi-même professé cette opinion. Je ne la partage plus aujourd'hui; en étudiant de nouveau avec soin la dilatation du cœur, il m'a semble que la contraction comprime les fibres de cet organe, que leur élasticité est mise en jeu sous cette influence, et qu'aussitôt qu'elle cesse, les fibres reprennent leur longueur naturelle avec d'autant plus d'énergie qu'elles ont été plus comprimées : il se développe, comme on a vu, un phénomène de ce genre immédiatement après la contraction d'un faisceau de fibres musculaires par l'effet du courant galvanique. A cette cause physique de la dilatation des cavités du cœur, il faut joindre, pour les oreillettes, l'effort de la colonne du sang qui tend à s'introduire dans leur cavité, et qui est sans contredit la raison la plus puissante de l'écartement de leurs parois. Pour les ventricules, il faut tenir compte de la contraction des oreillettes, qui poussent avec plus ou moins de force le sang dans leur cavité. La contraction du ventricule droit est donc, par l'intermédiaire de l'artère et des veines pulmonaires, l'une des causes de la dilatation de l'oreillette gauche. La contraction du ventricule gauche agit de même pour la dilatation de l'oreillette droite, par l'intermédiaire du sang qui remplit les artères et les veines. Enfin la contraction de chaque oreillette contribue à élargir le ventricule auquel elle aboutit.

B. Depuis les premiers jours de l'existence de l'embryon jusqu'à l'instant de la mort par décrépitude, le cœur se meut. Pourquoi se meut-il?

Telle est la question que se sont faite les philosophes et les physiologistes anciens et modernes. Le pourquoi des phénomènes n'est pas facile à donner en physiologie; presque toujours ce que l'on prend pour tel n'est que l'expression du fait en d'autres termes; remarquable faiblesse de notre esprit, que la facilité avec laquelle il se laisse abuser sous ce rapport : les diverses explications du mouvement du cœur en sont une des preuves les plus palpables.

Les anciens disaient qu'il y avait dans le cœur une *vertu pulsifique, un feu concen-*

tré, qui donnait le mouvement à cet organe. Descartes imagina qu'il se faisait dans les ventricules une *explosion aussi subite que celle de la poudre à canon.* Le mouvement du cœur fut ensuite attribué *aux esprits animaux*, *au fluide nerveux*, *à l'ame*, *au* président *du système nerveux* (1), *à l'archée :* Haller le considéra comme un effet de l'irritabilité. Tout récemment Legallois a cherché à prouver, par des expériences, que le principe ou la cause du mouvement du cœur avait son siége dans la moelle épinière.

Ces expériences consistent à détruire successivement, sur des animaux vivans, la moelle épinière par l'introduction d'une tige métallique dans le canal vertébral. Le résultat est que la force avec laquelle le ventricule gauche se contracte diminue à mesure que la destruction de la moelle est plus considérable, et, quand elle est complète, le cœur n'a plus assez de force pour entretenir la circulation, et pousser le sang jusqu'aux extrémités des membres.

De ces expériences, qui ont été multipliées et variées d'une manière très-ingénieuse, Legallois conclut que la cause du mouvement du cœur est dans la moelle épinière; et, comme on lui faisait remarquer que cet organe se contracte encore long-temps après la destruction complète de la moelle, que même ses mouvemens continuent régulièrement après qu'il a été tout-à-fait séparé du corps, Legallois répondait que ces mouvemens n'étaient plus la contraction véritable du cœur, qu'ils n'étaient qu'un simple effet de l'irritabilité de l'organe.

Pour faire admettre cette explication, l'auteur aurait dû montrer, par des expériences, en quoi diffère l'irritabilité des fibres musculaires de leur contraction : cette distinction importante n'ayant pas été établie, on ne peut, selon moi, conclure du beau travail du physiologiste français autre chose, sinon que la moelle épinière influe sur la force avec laquelle le cœur se contracte; mais on ne peut en déduire quelle est et où siége la cause du mouvement du cœur.

Les organes qui transmettent au cœur l'influence de la moelle épinière et du cerveau sont des filamens nerveux, provenant de la huitième paire, et peut-être un grand nombre de filets des ganglions cervicaux du grand sympathique.

J'ai, à diverses reprises, cherché à déterminer par l'extraction des ganglions cervicaux, et même du premier thoracique, si réellement ces organes avaient une action sur le mouvement du cœur, mais je n'ai rien obtenu de satisfaisant; les animaux sont presque tous morts des suites de la plaie inévitable pour une opération aussi laborieuse. Je n'ai jamais remarqué aucune influence directe sur le cœur.

Remarques sur le mouvement circulaire du sang ou la circulation.

Nous connaissons maintenant tous les anneaux de la chaîne circulaire que le système sanguin représente, nous savons comment le sang est porté du poumon vers toutes les autres parties du corps et comment de ces parties il revient au poumon. Examinons ces phénomènes d'une manière générale, afin de faire ressortir les plus importans.

A. La quantité de sang contenue dans le système sanguin est très-considérable. Plusieurs auteurs l'ont estimée de vingt-quatre à trente livres. Il ne peut y avoir rien d'exact dans cette évaluation, car la quantité du sang varie suivant un grand nombre de causes. La jeunesse et l'enfance doivent avoir plus de sang que l'âge avancé; il est plus que probable que les individus replets, dont le corps est bien développé et la vie active, ont plus de sang que les personnes débiles, dont le corps est maigre; de même les personnes que l'on nomme pléthoriques, sujettes à des saignemens de nez ou à des flux hémorrhoïdaux, doivent aussi, selon toutes ces apparences, avoir

---

(1) Wepfer, *Præses systematis nervosi.*

une dose de sang plus considérable que les personnes qui ne présentent pas les mêmes dispositions.

Des expériences que j'ai faites sur des animaux m'ont donné des résultats fort analogues à ces conjectures relatives à l'homme. Un chien de taille moyenne ne fournit, par une hémorrhagie rapide qui le fait périr, qu'environ une livre de sang, s'il est maigre et faible; s'il est vigoureux et en bon état, il peut en fournir plus du double.

On a quelques données sur le rapport de la masse du sang artériel à celle du veineux. Ce dernier, contenu dans des vaisseaux dont la capacité totale est supérieure à celle des artères, est nécessairement plus abondant sans qu'on puisse dire au juste de combien sa masse est plus considérable que celle du sang artériel.

B. Le volume des organes et même celui de tout le corps, est généralement en rapport avec la quantité du liquide qui circule. Les hommes remarquables par les dimensions considérables du corps, offrent une énorme quantité de sang, comme il est facile de s'en assurer par les nombreuses saignées qu'ils supportent dans certaines maladies, et par l'examen de leurs vaisseaux sanguins après leur mort. Chez ce genre de personnes l'aorte et ses divisions, le système veineux, sont quelquefois deux ou trois fois plus spacieux que les mêmes organes dans une personne de même taille, mais d'une corpulence médiocre.

Sur les animaux vivans, les dimensions de plusieurs organes peuvent être augmentées à volonté. Prenez, par exemple, les trois dimensions de la rate d'un chien, puis, l'abdomen étant ouvert, injectez une pinte de sang d'un autre chien dans ses veines, vous verrez la rate grandir graduellement, et avoir acquis, à la fin de l'injection, un tiers ou une moitié en sus de ses dimensions premières.

Faites l'expérience opposée : après avoir mesuré la grandeur de la rate d'un animal, saignez-le jusqu'à défaillance, et vous verrez la rate diminuer sensiblement de volume à mesure que le sang s'écoulera. Des observations analogues peuvent être faites sur le foie, mais comme le tissu de cet organe est moins extensible que celui de la rate, les changemens de volume sont moins marqués.

Il est facile de s'assurer que la longueur du canal intestinal et l'épaisseur de ses parois sont aussi en proportion du sang qui circule. Chez les individus forts et vigoureux, pléthoriques, où l'abdomen est très-développé, les intestins ont des parois fort épaisses, une cavité large, et une longueur qui peut dépasser douze mètres; chez les hommes maigres, dont le ventre est creux au lieu de faire saillie, et chez lesquels le sang est fort peu abondant, les parois du canal digestif sont minces, la cavité est très-étroite, et la longueur totale du canal n'excède quelquefois pas cinq mètres. On peut faire aisément des observations analogues sur la peau.

C. Ce qui vient d'être dit sur les dimensions de la rate, par rapport au volume du sang, est de nature à jeter quelque lumière sur les fonctions de ce singulier organe. D'après ce que nous avons dit, la rate est un véritable réservoir à parois élastiques, qui presse incessamment sur le sang qu'il contient, et qui tend à le faire passer dans le système de la veine porte. Le peu d'épaisseur et d'élasticité des parois de cette veine, l'absence des valvules à son intérieur, doivent permettre facilement au sang pressé par la rate d'y pénétrer. La rate doit d'autant plus facilement expulser le sang qu'elle contient, que non-seulement elle est très-élastique, et tend ainsi physiquement à revenir sur elle-même, mais qu'en outre elle est douée d'une force contractile d'un genre particulier, et qui se met en évidence sous l'influence de certaines substances, la noix vomique, par exemple.

D. Le cercle circulatoire du sang étant continu, et la capacité du canal étant très-variable, la vitesse de ce fluide doit être très-différente; car la même quantité doit passer par tous les points dans un temps donné : c'est ce que l'observation confirme. La vitesse est grande dans le tronc et les principales divisions des artères aorte et pulmonaires; elle diminue beaucoup dans les divisions secondaires; elle diminue encore au moment du passage des artères dans les veines; elle va ensuite en augmen-

tant à mesure que, des racines des veines, le sang passe dans des racines plus grosses, et enfin dans les grosses veines; mais jamais la vitesse ne peut être aussi grande dans les veines caves que dans l'aorte.

Dans les troncs et les principales divisions artérielles, le cours du sang est, non-seulement continu sous l'influence du resserrement des artères, mais il est en outre saccadé par l'effet de la contraction des ventricules. Cette saccade se manifeste dans les artères, par une dilatation simple dans celles qui sont droites, et par une dilatation et un mouvement de redressement dans celles qui sont flexueuses.

Le premier phénomène, auquel se joint quelquefois le second, forme le *pouls*. Il n'est facile de l'étudier sur l'homme ou les animaux qu'aux endroits où les artères sont accolées à un os, parce qu'alors elles ne fuient point le doigt qui s'applique dessus comme le font celles qui flottent entre les parties molles.

Le plus souvent, le pouls fait connaître les modifications principales de la contraction du ventricule gauche, sa promptitude, son intensité, sa faiblesse, sa régularité ou son irrégularité. On connaît aussi, par le pouls, la quantité du sang. Si elle est grande, l'artère est ronde, grosse et résistante; si le sang est peu abondant, l'artère est petite et se laisse facilement déprimer. Certaines dispositions dans les artères influent aussi sur le pouls, et peuvent le rendre différent dans les principales artères.

Le battement des artères se fait nécessairement sentir aux organes qui les avoisinent, et d'autant plus que les artères sont plus volumineuses, et que les organes cèdent moins facilement. La secousse qu'ils en éprouvent est généralement considérée comme favorisant leur action, quoiqu'il n'en existe aucune preuve positive.

Sous ce rapport, aucun organe ne doit être influencé davantage que le cerveau. Les quatre artères cérébrales se réunissent en cercles à la base du crâne, et soulèvent le cerveau à chaque contraction du ventricule, comme il est facile de s'en convaincre en mettant à nu le cerveau d'un animal, ou en observant cet organe dans les plaies de tête. C'est probablement pour modérer cette secousse que sont utiles les nombreuses courbures anguleuses des artères carotides internes et des vertébrales, avant leur entrée dans le crâne; courbures qui doivent aussi nécessairement ralentir le cours du sang dans ces vaisseaux.

Quand les artères pénètrent encore volumineuses dans le parenchyme des organes, comme au foie, au rein, etc., l'organe doit aussi recevoir une secousse à chaque contraction du cœur. Les organes où les vaisseaux ne pénètrent qu'après s'être divisés et subdivisés ne doivent éprouver rien de semblable.

E. Depuis le poumon jusqu'à l'oreillette gauche, le sang est de même nature; cependant il arrive quelquefois qu'il n'est pas semblable dans les quatre veines pulmonaires (1). Si, par exemple, un poumon est altéré au point que l'air ne puisse pénétrer dans ses lobules, le sang qui le traverse ne sera pas changé de veineux en artériel; il arrivera au cœur sans avoir subi cette transformation; mais, par son passage à travers les cavités gauches, il se mélangera intimement avec celui du poumon opposé. Du ventricule gauche jusqu'aux dernières divisions de l'aorte, le sang est nécessairement homogène; mais, arrivé à ces petits vaisseaux, ses élémens se partagent : il existe du moins un grand nombre de parties, telles que les membranes séreuses, le tissu cellulaire, les tendons, les aponévroses, les membranes fibreuses, etc., où l'on ne voit jamais pénétrer la partie rouge du sang et où les capillaires ne contiennent que du sérum.

Ce partage des élémens du sang ne se fait cependant que dans l'état de santé; quand les parties que je viens de nommer deviennent malades, il arrive souvent que leurs petits vaisseaux se remplissent de sang avec tous ses élémens.

---

(1) *Voyez* les expériences de Legallois.

On a cherché à expliquer cette analyse particulière du sang par les petits vaisseaux. Boerhaave, qui admettait dans le sang plusieurs espèces de globules de grosseur différente, disait que les globules d'une certaine grosseur ne pouvaient passer que dans des vaisseaux d'un calibre approprié : nous avons vu que les globules, tels que Boerhaave les admettait, n'existent point.

Bichat croyait qu'il existait dans les petits vaisseaux une *sensibilité particulière* par laquelle ils ne se laissaient pénétrer que par la partie du sang en rapport avec elle. Nous avons déjà combattu plusieurs fois des idées de ce genre; elles ne sont pas plus admissibles ici, car les liquides les plus irritans introduits dans les artères passent aussitôt dans les veines sans que les capillaires s'opposent à leur passage.

F. L'une des idées les plus singulières qu'ait enfantées l'imagination des physiologistes, est que les corps vivans ne sont point soumis aux *lois physiques,* que *la vie est en opposition constante* avec ces lois; comme si une telle opposition était possible, comme si un phénomène pouvait être opposé à un phénomène.

Pour cette raison, que le simple bon sens repousse, l'influence de la pesanteur, et par conséquent celle des diverses positions du corps sur la circulation, a été peu étudiée; cependant nul doute que cette influence n'existe, et qu'elle ne soit très-puissante. L'empirisme médical ou chirurgical est forcé de la reconnaître. Dans une foule de cas il est de toute évidence que le sang se meut plus difficilement quand il marche contre sa propre pesanteur, tandis que ce liquide arrive et séjourne plus facilement dans les parties où il est porté par son propre poids.

Durant le sommeil et dans la position horizontale, le sang se dirige vers la tête en quantité plus considérable. M. le docteur Bourdon a remarqué sur lui-même qu'étant couché sur un côté, le sang s'accumulait dans les parties les plus déclives de la tête, gonflait la pituitaire de ce côté, et interceptait le passage de l'air par la narine correspondante; qu'en se retournant sur le côté opposé, la narine précédemment obstruée redevenait libre, tandis que celle qui était devenue la plus déclive offrait les phénomènes énoncés.

Ainsi les puissances qui font circuler le sang ont souvent à surmonter les effets de la pesanteur de ce liquide, ainsi la gravitation universelle exerce une influence remarquable sur la circulation. Ce fait mérite toute l'attention des médecins, car, pour peu que les fonctions se dérangent, les effets des lois physiques s'y font plus manifestement sentir.

G. En traversant les petits vaisseaux, le sang se dépouille de ses élémens; tantôt c'est le sérum qui s'échappe et se répand à la surface d'une membrane, tantôt c'est la matière grasse qui se dépose dans des cellules; ici c'est le mucus, là c'est la fibrine; ailleurs ce sont les substances étrangères qui avaient été accidentellement mêlées au sang artériel. En perdant ses divers élémens, le sang prend les qualités de sang veineux.

En même temps que le sang artériel fournit à ces pertes, les petites veines absorbent les substances avec lesquelles elles sont en contact. Par exemple, dans le canal intestinal, elles s'emparent des boissons; d'un autre côté, les troncs lymphatiques versent la lymphe et le chyle dans le système veineux; il est donc certain que le sang veineux ne peut être homogène, et que sa composition doit varier dans les différentes veines; mais arrivés au cœur, par les mouvemens de l'oreillette et du ventricule droits, et la disposition des colonnes charnues, tous les élémens se mêlent, et lorsqu'ils sont intimement mélangés, ils passent dans l'artère pulmonaire.

H. C'est une loi générale de l'économie, qu'aucun organe ne peut continuer d'agir s'il ne reçoit du sang artériel; il en résulte que la circulation tient sous sa dépendance toutes les autres fonctions; mais, à son tour, la circulation ne peut continuer sans la respiration, qui forme le sang artériel, et sans l'action du système nerveux, qui a la plus grande influence sur la vitesse du cours du sang et sur sa répartition dans les organes. En effet, sous l'action du système nerveux, les mouvemens du

cœur se précipitent ou se ralentissent, et par conséquent la vitesse générale du cours du sang; ensuite, quand les organes agissent volontairement ou involontairement, l'observation apprend qu'ils reçoivent une plus grande quantité de sang, sans qu'il y ait pour cela accélération du mouvement de la circulation générale; et si leur action devient prédominante, les artères qui s'y portent prennent un accroissement considérable; si, au contraire, l'action diminue ou cesse entièrement, les artères se rétrécissent, et ne laissent plus parvenir à l'organe qu'une petite quantité de sang. Ces phénomènes sont manifestes pour les muscles : la circulation y devient plus rapide quand ils se contractent; s'ils sont souvent en contraction, leurs artères croissent en volume, s'ils sont paralysés, les artères deviennent très-petites, et le pouls s'y fait à peine sentir.

Le système nerveux peut donc influencer la circulation de trois manières : 1° en modifiant les mouvemens du cœur; 2° en modifiant les capillaires des organes, de manière à y accélérer ou ralentir le cours du sang; 3° enfin en produisant les mêmes effets dans le poumon, c'est-à-dire en rendant plus ou moins facile le cours du sang à travers cet organe.

L'accélération des mouvemens du cœur devient sensible pour nous par la manière dont la pointe de cet organe vient frapper les parois pectorales; la gêne de la circulation capillaire se fait reconnaître par un sentiment d'engourdissement, de fourmillement particulier; et enfin, quand la circulation pulmonaire est difficile, nous en sommes avertis par une oppression, une suffocation plus ou moins forte.

Il est probable que la distribution des filets du grand sympathique dans les parois des artères a quelque usage important; mais on ignore complètement cet usage : aucune expérience n'a encore éclairé sur ce point.

La composition du sang doit exercer une grande influence sur le mode d'action des organes, mais nous n'avons encore que des notions fort imparfaites sur les variations chimiques que ce liquide peut éprouver. Si l'on s'en rapportait même à quelques travaux sur le sang, ce fluide serait constamment le même. Probablement que les progrès de l'analyse animale nous sortiront bientôt de ces idées inexactes; quelques faits semblent du moins l'annoncer.

Introduisez dans la veine jugulaire d'un chien quelques gouttes d'eau qui aura séjourné sur des matières animales en putréfaction, une heure après cette introduction l'animal sera abattu, couché; une fièvre ardente l'agitera; il vomira des matières noires et fétides; ses évacuations alvines seront de même nature; son sang aura perdu la faculté de se coaguler, il s'extravasera dans les divers tissus; enfin la mort ne se fera pas long-temps attendre.

Ces phénomènes, qui ont la plus grande analogie avec certaines maladies de l'homme, telles que le vomissement noir des contrées méridionales, la fièvre jaune, etc., paraissent avoir pour source commune une altération de la composition chimique du sang; je crois même avoir remarqué que les dimensions des globules diminuent à mesure que les accidens se développent, ce qui serait en harmonie avec le passage du sang à travers les parois des petits vaisseaux et les diverses hémorrhagies qui en sont l'effet. (Voyez mon *Journal de Physiologie*, tome I et II.)

Il est un mode d'altération que l'on peut facilement apprécier, je veux dire les proportions respectives du sérum et du caillot. J'ai voulu voir sur des animaux quels seraient les effets de la diminution graduelle de la partie solide et non soluble du sang. A cet effet j'ai pris un chien bien portant, et je lui ai fait une saignée de huit onces : le sang, examiné le lendemain, offrait fort peu de sérum, un huitième environ. J'ai remplacé le sang tiré par une injection d'une demi-livre d'eau à 30° R. dans la veine jugulaire : l'animal n'a rien offert de particulier. Le lendemain j'ai répété la saignée et l'injection; le sang offrait un quart de sérum et trois quarts de caillot. Deux jours ensuite, j'ai fait encore et la même soustraction de sang et la même introduction d'eau, et j'ai continué de cette manière de deux jours l'un jusqu'au dixième jour; alors le sang de l'animal ne présentait plus qu'à peine un quart

de caillot pour trois quarts de sérum; mais aussi l'animal était faible, se remuait avec peine, semblait avoir perdu son instinct, ses habitudes caressantes; ses facultés cérébrales étaient diminuées, et semblaient engourdies; enfin il n'était plus le même.

Nul doute donc qu'une certaine composition du sang ne soit une des conditions importantes de l'exercice des diverses fonctions.

Ce sont les diverses remarques que j'ai faites sur ce sujet qui m'ont conduit à essayer sur l'homme l'injection de l'eau dans les veines. L'individu sur lequel j'ai fait cet essai était hydrophobe, et sur le point de mourir; l'introduction d'environ une pinte d'eau à 30° a calmé, comme par enchantement, l'état de fureur et de rage où il se trouvait. (Voyez mon *Journal de Physiologie,* t. III.)

De l'influence des muscles inspirateurs et des expirateurs sur le mouvement du sang.

Le cœur, avons-nous démontré, est le principal agent de la circulation; dans la plupart des cas, c'est sa force contractile qui détermine la progression du sang; mais il existe d'autres puissances qui interviennent souvent avec énergie, et qui exercent une grande influence sur le cours du sang jusqu'au point de le suspendre complètement. Ces puissances sont les mêmes qui attirent l'air dans la poitrine, et qui l'en font sortir.

Dans la dilatation du thorax, le sang des veines caves supérieures et des veines caves inférieures et de proche en proche celui des autres veines est attiré vers le cœur. Le mécanisme de cette aspiration est semblable à celui qui attire l'air dans les poumons; c'est, pour ainsi dire, *une inspiration du sang veineux;* au contraire, durant l'expiration, tous les organes pectoraux étant comprimés, le sang veineux est repoussé, il reflue dans les veines jusque vers les organes, et le sang artériel arrive à sa destination avec plus de promptitude, parce qu'à la pression du ventricule gauche s'ajoute celle des muscles expirateurs.

Ces divers phénomènes sont peu marqués dans la respiration calme, mais ils deviennent très-manifestes dans les respirations forcées ou dans les grands efforts musculaires qui s'accompagnent souvent de la contraction énergique des forces expiratrices et du resserrement de la glotte.

La connaissance de ces faits résulte des travaux de Haller (1), Lamure (2) et Lorry (3); elle donne le moyen d'expliquer plusieurs phénomènes qui ont beaucoup embarrassé les physiologistes. Je vais entrer dans quelques détails à raison de l'importance du sujet. Je les extrais d'un mémoire imprimé dans mon *Journal de Physiologie*.

Si on observe pendant quelque temps la veine jugulaire externe d'un individu dont le cou est maigre, ou, mieux encore, si l'on met à découvert cette veine sur un chien, on a bientôt reconnu que le sang se meut dans sa cavité, sous diverses influences. En général, quand la poitrine se dilate pour inspirer, la veine se vide brusquement, s'aplatit, et ses parois s'appliquent quelquefois exactement l'une contre l'autre. La veine, au contraire, se gonfle et se remplit de sang quand la poitrine se resserre. Ces effets sont d'autant plus marqués que les mouvemens respiratoires sont plus étendus. Ceux qui dépendent de l'expiration sont beaucoup plus prononcés si l'animal fait des efforts (4).

---

(1) *Elementa Physiol.*, tom. II.
(2) Académie des Sciences, année 1749.
(3) *Savans étrangers*, tom. III.
(4) Les mouvemens respiratoires ne sont pas les seules causes du mouvement du sang dans les jugulaires; avec un peu d'attention on reconnaît que les contractions de l'oreillette droite

L'explication de ces phénomènes, telle qu'elle a été donnée par Haller et Lorry, est très-simple et satisfaisante au premier aperçu. Quand la poitrine se dilate, elle *aspire* le sang des veines caves, et de proche en proche celui des veines qui y aboutissent. Le mécanisme de cette aspiration est à peu près semblable à celui par lequel l'air est attiré dans la trachée-artère au moment de l'inspiration. Quand la poitrine se resserre, au contraire, le sang est refoulé dans les veines caves par la pression que supportent tous les organes pectoraux, vaisseaux, cœur, poumons et autres, de la part des puissances expiratrices, et de proche en proche aussi parvient aux veines qui s'y terminent. De là l'alternative de vacuité et de plein qu'offrent les jugulaires.

Pour montrer que ce phénomène est exactement en rapport avec un phénomène semblable qui se passe dans les veines caves, j'introduis une sonde de gomme élastique dans la veine jugulaire, et je la fais pénétrer jusqu'à la veine cave, ou même jusque dans l'oreillette droite : on voit alors que le sang coule par l'extrémité de la sonde, seulement dans le moment de l'expiration. Dans l'inspiration au contraire, l'air est brusquement attiré dans le cœur, et donne lieu à des accidens particuliers, dont il sera question plus tard. On obtient des résultats entièrement analogues si on introduit la sonde dans la veine crurale, en la dirigeant vers l'abdomen.

Aucun doute donc touchant le genre de modifications que la respiration exerce sur le cours du sang dans les principaux troncs veineux.

On peut de même facilement reconnaître, en ouvrant une artère des membres, par exemple, que l'expiration accélère sensiblement le mouvement du sang artériel, particulièrement dans les grandes expirations et dans les efforts; et comme on ne peut pas faire faire à volonté de grandes expirations ou des efforts aux animaux soumis à l'expérience, on peut, suivant le procédé de Lamure, comprimer avec les mains les côtés du thorax, et l'on voit le jet du sang artériel grandir ou diminuer, en raison de la pression que l'on exerce.

Puisque la respiration produit cet effet sur le cours du sang dans les artères, il devenait probable qu'elle pouvait influencer la marche du sang veineux, non plus par l'intermédiaire des veines, comme nous venons de le voir tout-à-l'heure, mais par le moyen des artères. Une pareille conjecture méritait d'être soumise à l'expérience.

Je plaçai donc une ligature sur l'une des veines jugulaires d'un chien; le vaisseau se vida au-dessous de la ligature, et se gonfla beaucoup au-dessus, comme cela arrive constamment. Je piquai légèrement avec une lancette la portion distendue, de manière à faire une très-petite ouverture : j'obtins de cette manière un jet de sang que les mouvemens ordinaires de la respiration ne modifiaient pas sensiblement, mais qui triplait ou quadruplait de grandeur si l'animal faisait quelque effort un peu énergique.

On pouvait objecter que l'effet de la respiration ne s'était pas transmis par les artères à la veine ouverte, mais bien par les veines qui étaient restées libres, et qui auraient transporté le sang repoussé des veines caves vers la veine liée, au moyen des anastomoses; il était facile de lever cette difficulté.

Le chien n'a pas, comme l'homme, des veines jugulaires internes volumineuses,

---

y influent sensiblement, ce qui produit une espèce de palpitation irrégulière dans les vaisseaux.

Quand l'oreillette se contracte, le sang est repoussé vers la tête; le sang est au contraire attiré vers le cœur par sa dilatation. Quand le hasard fait coïncider la dilatation de la poitrine et de l'oreillette ou le resserrement de ces parties, le mouvement du sang dans les jugulaires est régulier, c'est-à-dire que le vaisseau se vide ou se remplit brusquement. Mais comme les mouvemens de l'oreillette sont bien plus fréquens que ceux du thorax, il arrive nécessairement défaut de coïncidence entre eux, et dès lors les battemens des jugulaires deviennent très-irréguliers, phénomène qui est surtout apparent dans les maladies graves, et que Haller a nommé *pouls veineux*.

qui reçoivent le sang de l'intérieur du crâne ; chez cet animal, la veine jugulaire interne n'est, pour ainsi dire, qu'un vestige, et la circulation de la tête et du cou se fait presque entièrement par les veines jugulaires externes, qui sont en effet très-grosses, proportions gardées. En liant à la fois ces deux veines, j'étais bien sûr d'empêcher, en très-grande partie, le reflux dont il vient d'être question ; mais bien loin que cette double ligature diminuât le phénomène dont je viens de parler, le jet devint au contraire plus étroitement en rapport avec les mouvemens de la respiration, car il était évidemment modifié même par la respiration ordinaire ; ce qui, comme on a vu, n'avait pas lieu dans le cas d'une seule ligature. Pour rendre la chose plus évidente, je pouvais d'ailleurs agir sur la veine crurale : cette veine et toutes ses branches étant garnies de valvules qui s'opposent, pour ainsi dire, à tout reflux ; si le phénomène de l'accroissement du jet se montrait durant l'expiration, on pouvait être bien sûr que l'impulsion serait venue du côté des artères.

C'est en effet ce que j'observai dans plusieurs expériences. La veine crurale étant liée et piquée au-dessous de la ligature, le jet qui se forma s'accrut sensiblement dans les grandes expirations, dans les efforts et les compressions mécaniques des parois du thorax avec les mains.

L'instrument de M. Poiseuille permet de reconnaître ces phénomènes et d'en obtenir une sorte de mesure.

Ces expériences, ainsi que les précédentes, apportent nécessairement un changement notable dans l'explication du gonflement des veines durant l'expiration. D'après Haller, Lamure et Lorry, ce gonflement a lieu par le simple refoulement du sang des veines caves dans les branches qui s'y ouvrent médiatement ou immédiatement ; mais il est clair qu'il faut y joindre l'arrivée dans la veine d'une plus grande quantité de sang provenant des artères.

La même modification devra être introduite dans l'explication des mouvemens du cerveau, en rapport avec la respiration. Il ne faudra donc plus attribuer le gonflement de cet organe, dans le moment de l'expiration, au seul reflux du sang dans les veines, ni son affaissement, dans le moment de l'inspiration, à la seule aspiration du même fluide vers la poitrine ; mais il faudra faire entrer, comme élément important de cette explication, l'influence de la respiration sur la marche du sang artériel et sur celle du sang veineux, par l'intermédiaire des artères.

On devra, ce me semble, comprendre le phénomène de cette manière : dans le moment d'une forte expiration ou d'un effort, tous les organes pectoraux ou abdominaux sont comprimés, le sang artériel est chassé plus particulièrement dans les branches de l'aorte ascendante (1). Ce sang arrive donc avec plus d'abondance dans la tête, et tend à passer plus promptement vers les veines qui doivent le ramener vers le cœur ; ce qui arriverait aussitôt si les veines étaient libres. Mais, loin de là, la pression exercée sur les organes pectoraux a aussi fait refluer le sang veineux dans les vaisseaux qui le contiennent, bien que ce mouvement rétrograde ne s'étende pas très-loin, à raison des valvules qui s'y opposent.

Cependant le sang qui reflue dans les veines a bientôt rencontré le sang qui arrive du côté des artères ; le vaisseau se distend, et le cours du liquide est généralement suspendu dans les veines. Dès lors, il est tout simple que le cerveau se gonfle et se distende.

On doit rapporter à ces mouvemens de flux et de reflux du sang, l'entrée du liquide céphalo-rachidien dans les cavités du cerveau, par l'ouverture du quatrième ventricule, et sa sortie de ces mêmes cavités. Au moment où les sinus et les veines rachidiennes sont distendus, le liquide comprimé passe dans l'aqueduc, traverse le troi-

(1) L'aorte abdominale est aussi comprimée, et admet le sang avec une difficulté relative au degré de pression qu'elle éprouve, comme l'a bien décrit Lorry. Mém. cité.

sième ventricule, et arrive bientôt dans les ventricules latéraux, puis il parcourt en sens inverse la même route à l'instant où l'inspiration aspire le sang du système veineux.

Mais ce qui se passe dans le cerveau doit aussi se passer dans les autres organes, avec les modifications en rapport avec la disposition de leurs vaisseaux sanguins : la moelle épinière tout entière grossit, la rate s'alonge, la face rougit et se gonfle dans les cris, la course prolongée, les efforts musculaires, les passions violentes ; le veines des membres se gonflent dans les mêmes circonstances ; et si vous engagez une personne que l'on saigne à souffler fortement, le jet du sang de la veine ouverte augmente sensiblement. Un individu affecté d'un phlegmon dans un membre, ou même d'un simple panaris, éprouve une douleur vive dans la partie malade, s'il veut soulever un fardeau, courir, crier, etc. Tous ces phénomènes, et beaucoup d'autres analogues, dépendent évidemment de l'accumulation du sang dans les organes, par l'expiration, qui y pousse le sang artériel, et qui s'oppose à ce que le sang veineux puisse en sortir.

Il résulte de ces faits que l'une des conséquences des grandes expirations et des violens efforts est la suspension plus ou moins prolongée de la circulation ; suspension d'autant plus complète que l'expiration ou l'effort est plus violent. De là probablement l'impossibilité de soutenir de grands efforts au-delà de quelques secondes, et la nécessité des grandes inspirations qui les suivent immédiatement.

Plusieurs phénomènes circulatoires paraissent liés avec cette stagnation momentanée du sang dans les divers tissus : les hémorrhagies nasales ou autres qui suivent quelquefois un effort violent ; les sueurs abondantes des bateleurs durant leurs exercices ; les céphalalgies instantanées qui suivent, chez certains individus, l'expulsion des matières fécales ; l'érection à peu près constante qui accompagne le supplice de la corde, etc.

Il n'est pas nécessaire, pour que les effets de l'expiration se manifestent, que la glotte se ferme hermétiquement, ainsi que plusieurs auteurs l'ont pensé, car souvent des efforts considérables ont lieu concurremment avec des cris formés de sons graves, qui permettent une issue facile à l'air expiré.

On en trouve encore une preuve palpable dans la pratique vétérinaire, où l'on introduit une canule métallique assez large entre les cartilages thyroïdes et cricoïdes des chevaux corneurs, afin de leur rendre la respiration plus facile. Malgré cette voie toujours libre pour l'entrée et la sortie de l'air des poumons, ces animaux n'en continuent pas moins leurs pénibles travaux. Une autre preuve pourrait se tirer des expériences dans lesquelles on comprime avec les mains les côtés du thorax, et où l'on accélère par ce moyen le cours du sang artériel ou veineux. Dans ce cas, rien n'annonce que la glotte se ferme dans l'instant où l'on rétrécit la poitrine. Je me suis d'ailleurs assuré de ce fait par une expérience que voici :

Je pratiquai une ouverture de plus d'un pouce de long et de quatre à cinq lignes de large, à la trachée-artère d'un chien ; je liai ensuite une de ses veines jugulaires, et je fis au-dessus de la ligature une petite ouverture par laquelle il s'établit aussitôt un jet continu assez considérable de sang veineux. Ce jet augmenta sensiblement chaque fois que l'animal faisait des efforts, ou que je comprimais le thorax (1).

---

(1) Mon confrère de Kergaradee a fait sur lui-même les expériences suivantes ; elles s'accordent parfaitement avec les faits que je viens de rapporter.

« *A*. J'ai réuni 5 poids de 20 kilog. = 100 kilog. au moyen d'une corde, et je les ai soulevés de terre en respirant, et sans respirer. Dans l'un comme dans l'autre cas, j'ai eu besoin de m'aider de mes coudes arc-boutés contre mes genoux. C'était le *maximum* de la force que je pouvais déployer sans imprudence.

» *B*. Dans une balance dont les plateaux sont soutenus par des chaines de fer, j'ai placé successivement, et j'ai enlevé de terre, en tirant sur l'autre extrémité du fléau, un poids de 69

Je dois prévenir, en terminant cet article, que les divers phénomènes décrits sont d'autant plus apparens que la quantité du sang est plus considérable. Si vous cherchez à les étudier sur un animal qui a naturellement peu de sang ou qui en a perdu une certaine dose, à peine pouvez-vous les reconnaître, et vous pourriez douter même de leur réalité, comme cela est arrivé à plusieurs auteurs estimables. Mais injectez, en proportion convenable, de l'eau dans le système circulatoire, et vous verrez aussitôt tous les phénomènes devenir évidens. Ce fait, que j'ai plusieurs fois montré dans mes cours, est important à connaître sous le point de vue des phénomènes dont je viens de parler; il donne en outre une nouvelle preuve des soins qu'on doit apporter à noter toutes les circonstances physiques quand il s'agit d'étudier une fonction animale.

De la transfusion du sang et de l'infusion des médicamens dans les veines.

Telle est l'opposition que les hommes de génie rencontrent souvent dans leurs contemporains, qu'il fallut trente années à Harvey avant qu'il pût faire admettre sa découverte, dont les preuves les plus évidentes perçaient de toutes parts; mais, dès que la circulation fut reconnue, une sorte de délire s'empara des esprits, on crut avoir trouvé le moyen de guérir toutes les maladies, et même de rendre l'homme immortel. La cause de tous nos maux fut attribuée au sang : pour les guérir, il ne s'agissait que d'ôter le mauvais sang, et de le remplacer par du sang pur, tiré d'un animal sain.

Les premières tentatives furent faites sur des animaux; elles eurent un plein succès. Un chien ayant perdu une grande partie de son sang, reçut par la transfusion celui d'une brebis, et s'en trouva bien. Un autre chien, vieux et sourd, recouvra, par ce même moyen, l'usage de l'ouïe, et sembla rajeunir. Un cheval de vingt-six ans, ayant reçu dans ses veines le sang de quatre agneaux, reprit de nouvelles forces.

On ne tarda pas à tenter sur l'homme la transfusion. Denys et Emerez, l'un médecin, l'autre chirurgien de Paris, furent les premiers qui osèrent l'essayer. Ils introduisirent dans les veines d'un jeune homme imbécile le sang d'un veau, en quantité supérieure à celle qu'on avait tirée des veines du jeune homme, qui parut recouvrer la raison. Une lèpre, une fièvre quarte, furent aussi guéries par ce moyen; et plusieurs autres transfusions furent faites sur l'homme sain sans qu'il en résultât aucune suite fâcheuse.

---

kilog. 5 hectogrammes, pendant que je suspendais ma respiration, lorsque je respirais, je ne pouvais plus en enlever que 69 kilog. 3 hect.

» *C*. J'ai placé entre mon bras et ma poitrine cinq planches métalliques pesant ensemble 83 liv. 10 onces. A grand'peine je les ai enlevées de terre en respirant. J'éprouvais peut-être un peu moins de difficulté lorsque je retenais ma respiration; la différence n'était pourtant pas très-grande.

» *D*. Les pieds arc-boutés contre un corps solidement fixé, j'ai poussé avec force un meuble très-pesant que repoussait sur moi une personne dont les pieds étaient également arc-boutés. Je respirais, et pourtant j'ai pu vaincre une résistance assez grande.

» *E*. J'ai saisi avec les mains un corps fixé à une hauteur telle que j'avais peine à y atteindre en m'élevant sur la pointe des pieds. Je me suis ensuite enlevé de terre en fléchissant les bras sur les avant-bras, sans qu'il me fût nécessaire d'interrompre ma respiration. J'ai obtenu le même résultat, soit que je m'aidasse de mes genoux pour grimper contre le plan près duquel je m'exerçais, soit que je m'élevasse directement, sans autre moyen que la contraction des muscles du bras.

» *F*. Je me suis assuré que, sans recourir à l'occlusion de la glotte, il est très-possible, en sautant, de parvenir à une grande hauteur perpendiculaire ou de franchir un espace assez considérable. »

Voyez *Biblioth. médic.*, décemb. 1820.

Cependant de tristes événemens vinrent calmer l'enthousiasme général causé par ces succès répétés. Le jeune idiot cité tomba, peu de temps après l'expérience, dans un état de frénésie. Il fut soumis une seconde fois à la transfusion, et mourut aussitôt, atteint d'un pissement de sang, et dans un état d'assoupissement et de torpeur. Un jeune prince du sang royal en fut aussi la victime. Le parlement de Paris défendit la transfusion. Peu de temps après, G. Riva ayant fait en Italie la transfusion sur deux individus qui en moururent, le pape fit la même défense.

Depuis cette époque, la transfusion a été regardée comme inutile et même dangereuse; cependant, puisqu'elle paraît avoir réussi dans certains cas, il serait très-intéressant que quelqu'un d'habile en fît l'objet d'une série d'expériences. J'ai eu occasion d'en faire un certain nombre, et je n'ai jamais vu que l'introduction du sang d'un animal dans les veines d'un autre eût des inconvéniens graves, quand on augmente beaucoup, par ce même moyen, la quantité de sang.

Mais pour que les transfusions se fassent sans inconvéniens, il faut que le sang passe immédiatement du vaisseau de l'animal qui donne dans celui de l'animal qui reçoit. Si le sang est reçu dans un vase ou dans une seringue, et injecté ensuite, il se coagule plus ou moins, et devient dès lors une cause de mort pour l'animal sur lequel la transfusion est faite, parce qu'il bouche les vaisseaux pulmonaires. Toutes les expériences où l'on n'a pas tenu un compte scrupuleux de cette circonstance ne peuvent avoir aucune valeur. J'ai vu la transfusion manquer, et causer la mort, parce que le sang avait à traverser un petit tube de deux pouces de long où il se coagulait en partie avant de passer dans la circulation nouvelle qui devait le recevoir.

Peu de temps après la découverte de la circulation, on essaya de porter directement les médicamens dans les veines : il en résulta des avantages dans certains cas et des inconvéniens dans d'autres. Ce moyen tomba bientôt dans l'oubli, mais il a été et est encore employé avec succès dans les expériences sur les animaux. C'est un excellent artifice pour juger promptement du mode d'action d'un médicament ou d'un poison. C'est par ce procédé qu'on administre les médicamens aux grands animaux à l'école vétérinaire de Copenhague; on y trouve l'avantage d'une action très-prompte et d'une grande économie dans la quantité des médicamens employés.

Un médecin américain vient de donner au monde savant l'exemple d'un beau dévoûment pour les progrès des connaissances : il s'est injecté dans les veines une certaine quantité d'huile purgative; heureusement que le hasard a mis quelques difficultés dans l'introduction du liquide, car il aurait été infailliblement victime de son amour pour la science (1). La quantité d'huile introduite peut être évaluée, d'après le récit de l'auteur, à environ deux gros.

Pendant les premiers momens qui suivirent l'injection, M. Hales n'éprouva rien de particulier.

« La première sensation extraordinaire que j'éprouvai, dit-il, était un sentiment particulier, un goût huileux à la bouche. Un peu après midi, pendant que je lavais le sang de mes bras et de mes mains, et que je parlais de très-bonne humeur, je sentis un peu de nausée, avec des éructations et de l'ébranlement dans les intestins, puis une sensation singulière impossible à décrire me sembla monter rapidement à la tête; au même instant je sentis une légère raideur des muscles de la face et de la mâchoire, qui me coupa la parole au milieu d'un mot, accompagnée d'un sentiment de frayeur et d'un léger évanouissement; je m'assis, et au bout de quelques instans je me trouvai un peu rétabli. A midi un quart j'avais toujours le goût d'huile, avec un peu de sécheresse dans la bouche; je pris l'air, ce qui me fit du bien; après m'être

(1) Nous avons dit que les liquides visqueux, tels que l'huile, ne peuvent traverser les capillaires pulmonaires, qu'ils arrêtent ainsi la circulation, et causent immédiatement la mort. (Voyez *Journal de Physiologie*, t. I.)

reposé quelques momens, mon pouls battait soixante-quinze pulsations par minute. A midi trente-cinq minutes le dérangement des intestins continue et augmente ; légères douleurs, comme si j'avais pris un purgatif; forte nausée, étourdissement : mon bras est enraidi, ce que j'attribue au bandage. A midi et trois quarts dérangement plus grand encore des intestins ; nausée plus forte, encore plus de goût d'huile; bouche moins sèche ; cinq minutes plus tard, envies d'aller à la garde-robe, mais sans effet ; légères douleurs de tête. A une heure vingt minutes, la douleur des intestins augmente, elle est aggravée par la pression ; besoin urgent d'aller à la garde-robe, sans aucun effet, semblable à celui que procure une purgation ; la nausée continue. A deux heures mieux, presque plus de nausée ; besoins constans d'aller à la garde-robe, mais inutiles ; ils se répétèrent encore deux fois très-forts dans le courant de la journée. Cet état se dissipa plus tard. »

M. Hales resta malade pendant près de trois semaines, et fut long-temps à recouvrer ses forces et sa santé.

L'injection des médicamens dans les veines peut être regardée aujourd'hui comme la seule ressource efficace pour quelques cas extrêmes où les secours ordinaires de la médecine sont insuffisans.

Sur l'introduction de l'air dans les veines.

Je ne puis comprendre par quelle inadvertance Bichat répète, dans vingt endroits de ses ouvrages, qu'une bulle d'air entrée accidentellement dans les veines produit inopinément la mort. Rien n'est plus inexact que cette assertion ; chacun peut aisément s'en assurer en poussant avec une seringue de l'air dans une veine. J'ai annoncé ce fait dès l'année 1809, dans un mémoire lu à la première classe de l'Institut ; et depuis cette époque Nysten a publié un travail spécial sur cette question. Il a non-seulement injecté de l'air atmosphérique dans le système veineux, mais encore la plupart des gaz connus. Il a constaté que plusieurs gaz, tels que l'oxigène, l'acide carbonique, qui se dissolvent dans le sang, peuvent être portés dans la circulation en assez grande quantité sans inconvénient grave, qu'au contraire les gaz peu ou point solubles causent souvent des accidens, et même la mort.

J'ai montré fréquemment dans mes cours une différence importante qui résulte du mode d'introduction de l'air dans les veines. S'il est introduit lentement, rien de fâcheux n'en résulte ; s'il est poussé d'un seul coup, l'animal ne tarde pas à éprouver une accélération remarquable de la respiration ; on entend un bruit particulier dans sa poitrine, effets des chocs que l'air éprouve dans les veines caves, l'oreillette droite, le ventricule et l'artère pulmonaire ; bientôt l'animal pousse des cris aigus, et ne tarde pas à mourir. L'ouverture de son corps montre que le cœur, surtout à droite, l'artère pulmonaire, etc., sont distendus fortement par de l'air ou par une mousse sanguine légère, presque entièrement formée par le gaz. Celui-ci se retrouve dans le tissu cellulaire du poumon, où il a produit l'emphysème de cet organe, et dans les artères de toutes les parties du corps, et particulièrement celles du cerveau (1).

---

(1) Certains animaux reçoivent des quantités énormes d'air introduit brusquement dans leur veine sans périr. Je me rappelle en avoir poussé, avec toute la force et toute la promptitude dont je suis capable, jusqu'à vingt ou vingt-quatre litres dans les veines d'un très-vieux cheval sans qu'il mourût de suite ; mais il succomba enfin. En l'ouvrant nous trouvâmes tout le système circulatoire plein d'air mêlé au sang, et, ce qui nous frappa, le système lymphatique distendu par une énorme quantité de lymphe légèrement colorée en jaune, et mêlée à un peu d'air. J'ai répété plusieurs fois cette observation, qui est de nature à jeter quelque lumière sur l'utilité encore ignorée du système lymphatique. On pourrait croire, d'après ces faits, qu'il sert de réservoir pour le trop plein du système circulatoire dans certaines circonstances. Cependant, dans les pléthores artificielles, que j'ai souvent produites avec l'eau, je n'ai jamais observé la distension du système lymphatique.

Ces effets mortels de l'introduction brusque de l'air dans les veines se sont vus plusieurs fois sur l'homme : dans certaines opérations chirurgicales, une veine du cou est ouverte : au moment de l'inspiration l'air extérieur est attiré dans la veine ouverte en quantité plus ou moins considérable, le bruit de l'air agité et choqué dans le cœur se fait entendre, et le malade meurt. L'ouverture montre les phénomènes décrits ci-dessus. Pareil accident se voit quelquefois dans les saignées qui sont faites à la jugulaire du cheval, au moment où le vétérinaire soulève la veine pour la piquer avec une épingle, et fermer l'ouverture précédemment faite. (Voyez *Journal de Physiologie*, tom. I.)

DES SÉCRÉTIONS.

En parcourant les innombrables petits vaisseaux par lesquels les artères et les veines communiquent entre elles, une partie des élémens du sang se répand à toutes les surfaces extérieures et intérieures du corps, une autre est déposée dans de petits organes creux situés dans l'épaisseur de la peau et des membranes muqueuses; une troisième enfin s'engage dans le parenchyme d'organes nommés *glandes*, y subit une élaboration particulière, et vient se répandre ensuite, dans certaines circonstances, à la surface des membranes muqueuses ou de la peau.

On donne le nom générique de *sécrétions* à ce phénomène par lequel une partie du sang s'échappe des organes de la circulation pour se répandre au dehors ou au dedans, soit en conservant ses propriétés chimiques, soit après que ses élémens ont éprouvé un autre ordre de combinaisons.

On distingue ordinairement les sécrétions en trois espèces : les *exhalations*, les *sécrétions folliculaires*, et les *sécrétions glandulaires;* mais cette division, sous le rapport des organes sécréteurs et des fluides sécrétés, laisse beaucoup à désirer. Plusieurs organes qui sécrètent ne peuvent être rapportés ni aux follicules ni aux glandes, et ce qu'on appelle généralement *glandes* ou *follicules* sont des organes si différens les uns des autres, par leur forme, leur structure et les fluides qu'ils séparent du sang, qu'il eût peut-être été avantageux de ne pas les confondre sous la même dénomination. Toutefois, pour ne pas trop nous éloigner des idées reçues, nous allons parler des sécrétions d'après cette classification. Nous serons courts sur cet article; car si nous lui donnions toute l'extension dont il est susceptible, nous dépasserions de beaucoup les bornes auxquelles nous nous sommes astreint dans cet ouvrage.

DES EXHALATIONS.

Les exhalations ont lieu, soit au dedans du corps, soit à la peau et aux membranes muqueuses; de là leur distinction en *intérieures* et en *extérieures*.

Exhalations intérieures.

Partout où des surfaces, grandes ou petites, sont en contact, il se fait une exhalation; partout où des fluides sont accumulés dans une cavité sans ouverture apparente, c'est par exhalation qu'ils y ont été déposés : aussi le phénomène de l'exhalation se manifeste-t-il dans presque toutes les parties de l'économie animale. Il existe dans les membranes séreuses, les synoviales, les muqueuses, le tissu cellulaire, l'intérieur des vaisseaux, les cellules graisseuses, l'intérieur de l'œil, de l'oreille, le parenchyme de beaucoup d'organes, tels que le thymus, la thyroïde, les capsules surrénales, etc., etc. C'est par l'exhalation que l'humeur aqueuse, l'humeur vitrée, le liquide labyrinthique, se forment et se renouvellent.

Les fluides exhalés dans ces diverses parties n'ont pas tous été analysés; parmi ceux qui l'ont été, plusieurs se rapprochent plus ou moins des élémens du sang, et particulièrement du sérum : tels sont les fluides des membranes séreuses, du tissu cellulaire, des chambres de l'œil; d'autres en diffèrent davantage : tels sont la synovie, la graisse, etc.

Exhalation séreuse.

Tous les viscères de la tête, de la poitrine et de l'abdomen sont recouverts d'une membrane séreuse qui revêt aussi les parois de ces cavités, de manière que les viscères n'ont de contact avec les parois ou avec les viscères voisins que par l'intermédiaire de cette même membrane; et comme la surface en est très-lisse, les viscères peuvent facilement changer de rapport entre eux et avec les parois.

La principale circonstance qui entretient le poli de leur surface, c'est l'exhalation dont elles sont le siége; il sort continuellement de chacun des points de la membrane un fluide très-ténu, qui se mêle à celui des points voisins, et forme avec lui une couche humide qui favorise le glissement que les organes exécutent.

Il paraît que cette facilité de glisser les uns sur les autres est très-favorable à l'action des organes, car aussitôt qu'ils en sont privés par une maladie de la membrane séreuse, leurs fonctions sont troublées, et cessent même quelquefois entièrement.

Dans l'état de santé, le fluide sécrété par les membranes séreuses paraît être le sérum du sang, moins une certaine quantité d'albumine.

Exhalation séreuse du tissu cellulaire.

Le tissu qu'on nomme *cellulaire* est généralement répandu dans l'économie animale; il y sert à la fois à isoler et à réunir les divers organes, et les parties des mêmes organes. Partout ce tissu est formé d'un très-grand nombre de petites lames très-minces qui, s'entrecroisant de mille manières, forment une sorte de feutre. La grandeur et l'arrangement des lames varient suivant les diverses parties du corps. Là, elles sont plus larges, plus épaisses, et forment de grandes cellules; ici, elles sont très-étroites, très-minces, et forment des cellules extrêmement petites; dans quelques points le tissu est extensible; dans d'autres il prête peu, et offre une résistance considérable. Mais quelle que soit la disposition du tissu cellulaire, ses lames exhalent par leurs deux surfaces un fluide qui a la plus grande analogie avec celui des membranes séreuses, et qui paraît avoir les mêmes usages, c'est-à-dire de rendre faciles les glissemens des lamelles les unes sur les autres, et par suite de favoriser les mouvemens réciproques des organes, et même les changemens de rapport des diverses parties qui les composent.

Exhalation graisseuse du tissu cellulaire.

Indépendamment de la sérosité, on trouve, dans un grand nombre d'endroits du tissu cellulaire, un fluide d'une nature très-différente, qui est la graisse.

Sous le rapport de la présence de la graisse, le tissu cellulaire peut être divisé en trois espèces: celui qui en contient constamment, celui qui en contient quelquefois, et enfin celui qui n'en contient jamais. L'orbite, la plante du pied, la pulpe des doigts, celle des orteils, présentent toujours de la graisse; le tissu cellulaire sous-cutané, et celui qui revêt le cœur, les reins, etc., en présentent souvent; enfin, celui des paupières, du scrotum, de l'intérieur du crâne, n'en contient jamais.

La graisse est contenue dans des cellules distinctes qui ne communiquent point avec les cellules voisines; cette circonstance a fait penser que le tissu qui contient et qui forme la graisse était différent du cellulaire qui produit la sérosité; mais comme on n'a jamais pu montrer ces cellules graisseuses, à moins qu'elles ne fussent pleines de graisse, cette distinction anatomique me paraît encore douteuse.

Le grandeur, la forme, la disposition de ces cellules ne sont pas moins variables

que la quantité totale de graisse qu'elles contiennent. Chez quelques individus à peine en existe-t-il quelques onces, tandis que chez d'autres, on en trouve quelquefois plusieurs centaines de livres.

D'après les recherches de M. Chevreul, la graisse humaine est presque toujours colorée en jaune. Elle est inodore; elle se fige à des températures variables. Elle est composée de deux parties, l'une fluide et l'autre concrète, qui sont composées elles-mêmes, mais en proportions différentes, de deux nouveaux principes immédiats, découverts par M. Chevreul, l'*élaïne* et la *stéarine*.

C'est principalement par les propriétés physiques que la graisse paraît être utile dans l'économie animale; dans l'orbite, elle forme une sorte de coussin élastique sur lequel l'œil se meut avec facilité; à la plante du pied, aux fesses, elle forme une couche qui rend moins défavorable à la peau et aux autres parties molles la pression qu'exerce le corps sur le sol ou les siéges, etc.; sa présence au-dessous de la peau concourt à arrondir les contours, à diminuer les saillies osseuses et musculaires, et à embellir les formes; et comme tous les corps gras sont de mauvais conducteurs du calorique, elle contribue à conserver celui du corps. En général les personnes replètes souffrent peu en hiver par le froid.

L'âge, le genre de vie, ont beaucoup d'influence sur le développement de la graisse; les enfans très-jeunes sont ordinairement gras. Il est rare que la graisse soit abondante chez le jeune homme; mais vers l'âge de trente ans, surtout si la nourriture est succulente et la vie sédentaire, la quantité de graisse augmente beaucoup; l'abdomen devient saillant, les fesses grossissent, ainsi que les mamelles chez les femmes. La graisse est d'autant plus jaune qu'on est plus avancé en âge.

Exhalation synoviale.

Autour des articulations mobiles, on trouve une membrane mince qui a beaucoup d'analogie avec les séreuses, mais qui en diffère cependant en ce qu'elle a de petits prolongemens rougeâtres contenant des vaisseaux sanguins nombreux; on les nomme *franges synoviales;* elles sont très-visibles dans les grandes articulations des membres. On a cru long-temps, et bien des anatomistes croyent encore que les capsules articulaires se replient sur les cartilages diarthrodiaux, et revêtent les surfaces par lesquelles ils se correspondent; mais je me suis plusieurs fois assuré que les membranes ne vont point au-delà de la circonférence des cartilages.

Nous avons fait connaître les usages de la synovie en traitant des mouvemens.

Exhalation intérieure de l'œil.

C'est aussi par exhalation que se forment les diverses humeurs de l'œil; elles sont, chacune en particulier, enveloppées par une membrane qui paraît être destinée à les exhaler et à les absorber.

Les humeurs de l'œil sont l'humeur aqueuse, dont la formation est en ce moment attribuée aux procès ciliaires; l'humeur vitrée, sécrétée par l'hyaloïde; le cristallin; la matière noire de la choroïde, et celle de la face postérieure de l'iris.

La composition chimique de l'humeur aqueuse du cristallin et de l'humeur vitrée a été exposée à l'article *Vision;* la matière noire de l'iris et de la choroïde a été analysée par M. Berzélius : elle est insoluble dans l'eau et les acides; les alcalis caustiques la dissolvent, et les acides la précipitent de cette dissolution. Elle brûle comme une matière végétale, et laisse une cendre ferrugineuse. L'expérience a appris que les humeurs aqueuse et vitrée se renouvellent avec rapidité; quand du pus, du sang a été épanché dans l'œil, on le voit disparaître en quelques jours, et les humeurs reprendre peu à peu leur transparence. Il ne paraît pas que la matière de la choroïde puisse ainsi se reproduire; rien du moins ne semble l'annoncer.

D'après les expériences de MM. Leroy d'Étiole et Coiteau, il paraît que le cristallin extrait de l'œil se reproduit par la voie de l'exhalation (Voyez *Journal de Physiologie.*)

Exhalation du fluide céphalo-rachidien.

Parmi les exhalations, l'une des plus importantes, les plus abondantes, et cependant les moins connues, est sans doute celle du fluide qui remplit la grande cavité *sous-arachnoïdienne*, revêt de toutes parts le cerveau, remplit les creux que présente sa surface, et forme ainsi une couche continue, d'épaisseur variable, qui s'étend du crâne jusqu'à la pointe du sacrum. Nous avons déjà dit que le même fluide s'introduit dans les ventricules cérébraux et cérébelleux en traversant une ouverture constante, et qui se voit à l'extrémité inférieure du quatrième ventricule, à cet endroit que les anciens anatomistes ont nommé le *bec de la plume*.

La quantité du fluide céphalo-spinal varie suivant plusieurs circonstances; en général elle est, et cela est mécaniquement nécessaire, en raison inverse du volume du cerveau. Quand celui-ci vient à s'atrophier, le liquide céphalo-rachidien occupe à lui seul une grande partie de la cavité cranio-spinale. Un lobe vient-il à manquer, comme il arrive chez les individus qui ont un bras et une jambe contracturés et paralysés, c'est le liquide qui remplit l'espace qui aurait dû loger la partie du cerveau absente.

J'ai vu pareil remplacement chez une jeune fille de quinze ans, chez qui le cervelet et le pont manquaient complètement. (Voyez *Journal de Physiologie.*)

Ayant extrait moi-même d'un cheval qui venait d'être mis à mort le liquide céphalo-spinal, je le remis à M. Lassaigne, qui voulut bien en faire l'analyse, et qui l'a trouvé composé ainsi qu'il suit :

Fluide céphalo - rachidien d'un cheval.

Pesanteur spécifique à la température de + 9°,5 = 10,065.

Composition pour 100 *parties.*

Eau.	98,180
Osmazôme.	1,104
Albumine.	0,035
Chlorure de sodium.	0,610
Sous-carbonate de soude.	0,060
Phosphate de chaux, et traces de carbonate, *id.*	0,009

On a cherché inutilement dans ce liquide le phosphore et les phosphates solubles.

L'agent principal de la sécrétion du liquide céphalo-spinal est le lacis vasculaire qui revêt le cerveau et la moelle épinière (pie-mère).

Exhalations sanguines.

Dans toutes les exhalations dont il vient d'être question, c'est seulement une partie des principes du sang qui sort des vaisseaux; le sang lui-même se répand dans plusieurs organes, y remplit l'espèce de tissu celluleux qui en forme le parenchyme; tels sont les corps caverneux de la verge et du clitoris, l'urèthre et le gland, la rate, le mamelon, la substance spongieuse de plusieurs os, et particulièrement le corps des vertèbres, etc. L'examen anatomique de ces divers tissus apprend qu'ils sont habituellement remplis de sang veineux, dont la quantité varie suivant diverses circonstances, particulièrement suivant l'état d'action ou d'inaction des organes.

Il existe encore beaucoup d'autres exhalations intérieures, parmi lesquelles je

citerai celle des cavités de l'oreille interne, celle du parenchyme du thymus, de la thyroïde, celle de la cavité des capsules surrénales, etc.; mais on connaît à peine les fluides qui sont formés dans ces diverses parties; ils n'ont jamais été analysés et les usages en sont inconnus.

Plus d'une fois les physiologistes ont cherché à se rendre raison du phénomène de l'exhalation; chacun a donné son explication : ceux-ci ont admis des *bouches exhalantes;* ceux-là des *pores latéraux*. Bichat a créé des vaisseaux particuliers qu'il nomme les *exhalans*. Je dis créé, car il convient lui-même que ces vaisseaux ne peuvent point être vus. L'existence de ces pores, de ces bouches ou de ces exhalans ne suffisant point pour expliquer la diversité des exhalations, on leur suppose une *sensibilité* et des *mouvemens particuliers,* en vertu desquels ils ne laissent passer que certaines parties du sang et se refusent au passage des autres. Nous savons à quoi nous en tenir sur les explications de ce genre.

Ce qui paraît beaucoup plus certain, c'est que la disposition physique des petits vaisseaux influe sur l'exhalation, comme les faits suivans paraissent l'établir.

Quand on injecte, sur le cadavre, avec de l'eau tiède, une artère qui se rend à une membrane séreuse, dès que le courant est établi de l'artère à la veine, il sort de la membrane une multitude de petites gouttelettes qui se vaporisent promptement. Ce phénomène n'a-t-il pas beaucoup d'analogie avec l'exhalation.

Si l'on se sert d'une dissolution de gélatine colorée avec du vermillon pour injecter un cadavre entier, il arrive fréquemment que la gélatine est déposée autour des circonvolutions et dans les anfractuosités cérébrales, sans que la matière colorante se soit échappée des vaisseaux; l'injection entière se répand, au contraire, à la surface externe et interne de la choroïde. Se sert-on d'huile de lin colorée aussi par le vermillon, souvent l'huile dépouillée de matière colorante se dépose dans les articulations à grandes capsules synoviales, tandis qu'il n'y a aucune transsudation à la surface du cerveau ni à l'intérieur de l'œil.

Ne sont-ce pas là de véritables sécrétions *post mortem,* qui dépendent évidemment de la disposition physique des petits vaisseaux; et n'est-il pas très-probable que cette même disposition doit, du moins en partie, présider à l'exhalation durant la vie?

La théorie de l'exhalation a dû nécessairement changer de face depuis que la propriété de s'imbiber est reconnue pour appartenir aux divers tissus; avant de chercher dans ce phénomène l'influence spéciale de la vie, ou, comme le veut le langage reçu, l'effet des propriétés vitales, il faut commencer par y étudier les influences physiques.

Or nous savons, par l'expérience, que les vaisseaux sanguins ou autres se laissent traverser de dedans en dehors, aussi bien que de dehors en dedans. M. Fodéra a fait plusieurs expériences qui ne laissent aucun doute à cet égard; une substance vénéneuse a été mise à l'intérieur d'une artère liée à deux points différens; peu de temps après le poison s'était imbibé dans les parois du vaisseau, s'était répandu en dehors, et l'animal en a été promptement victime. S'il était possible de faire cette expérience sur de très-petits vaisseaux, nul doute qu'on aurait un résultat encore plus rapide. (Voyez, *Journal de Physiologie,* tome III, page 35, un travail de M. Fodéra, ayant pour titre : *Recherches expérimentales sur l'absorption et l'exhalation.*

Une première cause physique de l'exhalation est donc justement la même que celle de l'absorption.

Une autre cause tout aussi physique que la première se trouve dans la pression que le sang éprouve dans le système circulatoire; cette pression doit contribuer puissamment à faire passer la partie la plus aqueuse du liquide à travers les parois des vaisseaux. Ce phénomène se voit aisément après la mort, et même durant la vie. Quand, avec une seringue, on pousse avec force une injection d'eau dans une artère, alors toutes les surfaces où le vaisseau se distribue, ses branches et le tronc lui-même laissent de toutes parts sourdre le liquide injecté avec d'autant plus d'abondance que l'injection est poussée avec plus de force.

Il est une autre manière de mettre ce curieux phénomène dans tout son jour : injectez dans les veines d'un animal assez d'eau pour doubler ou tripler le volume naturel de son sang, vous produirez une distension considérable des organes circulatoires, et par suite vous augmenterez beaucoup la pression que le fluide qui circule éprouve. Alors, examinez une membrane séreuse, le péritoine, par exemple, et vous verrez s'écouler rapidement de sa surface de la sérosité qui s'accumulera dans la cavité, et y produira sous vos yeux une véritable hydropisie. J'ai vu quelquefois même la partie colorante du sang s'échapper de la surface de certains organes, tels que le foie, la rate, etc.

Ce qui arrive quand les veines sont comprimées ou obstruées, c'est-à-dire les œdèmes et les épanchemens séreux, dépend, sans aucun doute, de la cause physique qui vient d'être indiquée. Enfin, toute cause qui rend plus forte la pression que supporte le sang accroît l'exhalation. J'ai observé plusieurs fois cet accroissement d'exhalation dans le canal vertébral, sur la pie-mère de la moelle épinière, et voici dans quelles circonstances; j'ai dit ailleurs que la cavité sous-arachnoïdienne est toujours, sur l'animal vivant, remplie par le fluide céphalo-rachidien. J'ai remarqué plusieurs fois que dans certains momens où les animaux font des efforts violens, cette sérosité augmente sensiblement; on la voit sourdre des ramifications vasculaires qui font l'enveloppe propre du prolongement rachidien; la même chose peut être vue à la surface du cerveau, où il existe aussi habituellement une couche plus ou moins épaisse du même liquide.

Exhalations extérieures.

Elles se composent seulement de l'exhalation des *membranes muqueuses*, et de celles de la peau, ou *transpiration cutanée*.

Exhalation des membranes muqueuses.

Il y a deux membranes muqueuses : l'une revêt la surface de l'œil, les voies lacrymales, les cavités nasales, les sinus, l'oreille moyenne, la bouche, tout le canal intestinal, les canaux excréteurs qui s'y terminent, enfin le larynx, la trachée et les bronches.

L'autre membrane muqueuse recouvre la surface des organes de la génération et de l'appareil urinaire.

Ces deux membranes sont continuellement lubrifiées par un fluide qu'elles sécrètent, et qu'on nomme le *mucus*. Ce fluide est transparent, visqueux, filant, d'une saveur salée; il rougit le papier de tournesol, contient beaucoup d'eau, du muriate de potasse et de soude, du lactate de chaux, de soude, et du phosphate de chaux. Selon MM. Fourcroy et Vauquelin, le mucus est le même dans toutes les membranes muqueuses. M. Berzélius le croit au contraire variable, suivant les points d'où il est extrait. Beaucoup de personnes pensent que le mucus est formé exclusivement par les follicules que contiennent les membranes muqueuses; mais je me suis assuré, par des expériences récentes, qu'il se forme même dans les lieux où il n'existe point de follicules. J'ai remarqué aussi qu'il se produit long-temps encore après la mort. Ce fait mérite une attention particulière de la part des chimistes.

Le mucus forme une couche plus ou moins épaisse à la surface des membranes muqueuses; il s'y renouvelle avec plus ou moins de promptitude; l'eau qu'il contient s'évapore sous le nom d'exhalation muqueuse; il protége aussi ces membranes contre l'action de l'air, des alimens, des différens fluides glandulaires, etc.; en un mot, il est véritablement, pour ces membranes, ce que l'épiderme est pour la peau. Indépendamment de cet usage général, il en a encore d'autres particuliers, qui

varient suivant les parties des membranes muqueuses : ainsi le mucus nasal favorise l'odorat, celui de la bouche facilite le goût, celui de l'estomac et des intestins concourt à la digestion, celui des voies génitales et urinaires sert dans la génération et la sécrétion de l'urine, etc.

Il est probable qu'une partie du mucus est résorbée par les membranes mêmes qui la sécrètent; qu'une autre est portée au dehors, soit seule, soit mêlée avec la transpiration pulmonaire, soit enfin mêlée avec les matières fécales, l'urine, etc.

Transpiration cutanée.

Un liquide transparent, d'une odeur plus ou moins forte, salé, acide, sort habituellement à travers l'épiderme. Le plus souvent ce liquide est vaporisé dès qu'il est en contact avec l'air, et d'autres fois il coule à la surface de la peau. Dans le premier cas il est imperceptible à la vue, et porte le nom de *transpiration insensible;* dans le second, on le nomme *sueur*.

Quelle que soit la forme qu'il affecte, le liquide qui s'échappe de la peau est composé, d'après M. Thénard, de beaucoup d'eau, d'une petite quantité d'acide acétique, de muriate de soude et de potasse, de très-peu de phosphate terreux, d'un atome d'oxide de fer et d'une trace de matière animale. M. Berzélius regarde l'acide de la sueur non comme l'acide acétique, mais comme l'acide lactique de Schéele. La peau exhale en outre une matière huileuse odorante et de l'acide carbonique.

Un grand nombre d'expériences ont été faites pour déterminer la quantité de transpiration qui se forme dans un temps donné, et les variations que cette quantité peut subir suivant les circonstances. Les premières tentatives sont dues à Sanctorius, qui, pendant trente ans, pesa chaque jour, avec un soin extrême, ses alimens, ses boissons, ses excrétions solides ou liquides, et qui enfin se pesa lui-même avec autant de précautions. Malgré son zèle et sa persévérance, Sanctorius n'arriva qu'à des résultats peu précis. Depuis cet auteur, plusieurs médecins et physiciens s'occupèrent du même sujet avec plus de succès; mais le travail le plus remarquable en ce genre est celui de Lavoisier et Séguin. Ces savans sont les premiers qui aient distingué la perte qui se fait par la transpiration pulmonaire, de celle qui a lieu par la peau. M. Séguin se renfermait dans un sac de taffetas gommé, lié au-dessus de la tête, et présentant une ouverture, dont les bords étaient collés autour de la bouche avec un mélange de térébenthine et de poix. De cette manière l'humeur seule de la transpiration pulmonaire était rejetée dans l'air. Pour en connaître la quantité, il lui suffisait de se peser avec le sac, au commencement et à la fin de l'expérience, dans une balance très-sensible. En répétant l'expérience hors du sac, il déterminait la quantité totale de l'humeur transpirée; de sorte qu'en retranchant de celle-ci la quantité qu'il savait être sortie par le poumon, il avait la quantité de l'humeur exhalée par la peau; il tenait d'ailleurs compte des alimens dont il faisait usage, de ses excrétions solides et liquides, et en général de toutes les causes qui pouvaient avoir de l'influence sur la transpiration. Voici quels sont les résultats auxquels sont arrivés MM. Lavoisier et Séguin en suivant ce procédé (1).

1° La quantité la plus considérable de transpiration insensible (y compris la pulmonaire) est de 32 grains par minute, et par conséquent 3 onces 2 gros 48 grains par heure, et de 5 livres en 24 heures.

2° La perte la moins considérable est de 11 grains par minute, conséquemment 1 livre 11 onces 4 gros en 24 heures.

(1) *Annales de Chimie*, tom. XC.

3° C'est pendant la digestion que la perte de poids occasionée par la transpiration insensible est à son minimum.

4° C'est immédiatement après le dîner que la transpiration est à son maximum.

5° Le terme moyen de la transpiration insensible est de 18 grains par minute; sur les 18 grains, terme moyen, 11 dépendent de la transpiration cutanée, et 7 de la pulmonaire.

6° La transpiration cutanée est la seule qui varie pendant et après les repas.

7° Quelque qualité d'aliment que l'on prenne, quelles que soient les variations de l'atmosphère, le même individu, après avoir augmenté en poids de toute la nourriture qu'il a prise, revient tous les jours après 24 heures au même poids à peu près qu'il avait la veille, pourvu toutefois qu'il ne soit pas dans un état de croissance et qu'il n'ait pas fait d'excès.

Il aurait été bien à désirer que ce beau travail fût continué, et que les auteurs ne se fussent pas bornés à étudier la transpiration insensible, mais étendissent leurs observations sur la sueur.

Toutes les fois que l'humeur de la transpiration n'est point réduite en vapeur aussitôt qu'elle est en contact avec l'air, elle paraît à la surface de la peau sous la forme d'une couche liquide, plus ou moins épaisse. Or cet effet peut arriver, soit parce que la transpiration est trop abondante, soit parce que la foree dissolvante de l'air a diminué : nous suons facilement dans un air chaud et humide, par l'influence des deux causes réunies; nous suerions bien plus difficilement dans un air aussi chaud, mais sec. Certaines parties du corps transpirent plus abondamment et suent plus facilement que d'autres : telles sont les mains et les pieds, les aisselles, les aines, le front, etc. En général la peau de ces parties reçoit proportionnellement une plus grande quantité de sang, et dans quelques-unes, l'aisselle, la plante du pied et les intervalles des orteils, le contact avec l'air n'est point facile.

La sueur ne paraît point avoir partout la même composition; chacun sait que son odeur varie suivant les diverses parties du corps; il en est de même de son acidité, qui paraît beaucoup plus forte aux aisselles et aux pieds qu'ailleurs.

Nous avons vu quelle influence le volume du sang, sa composition et même la pression qu'il éprouve dans les vaisseaux, exercent sur les exhalations intérieures; les mêmes circonstances agissent d'une manière analogue sur la transpiration cutanée; les personnes replètes et celles qui ont beaucoup de sang transpirent abondamment. Après l'usage d'une boisson chaude qui, facile à absorber, devra également être exhalée facilement, la transpiration augmente. Enfin les efforts soutenus, la marche rapide, la course, sont bientôt suivis de la sueur si la saison est chaude. Je connais une personne qui se fait suer à volonté dans son lit, en contractant avec force et pendant quelques instans son système musculaire.

La transpiration cutanée a des usages multipliés dans l'économie animale; elle entretient la souplesse de l'épiderme et favorise ainsi l'exercice du tact et du toucher. En se vaporisant, elle est, avec la transpiration pulmonaire, le moyen de refroidissement principal par lequel le corps se maintient dans de certaines limites de température; il paraît en outre que son expulsion de l'économie est très-importante, car, chaque fois qu'elle est diminuée ou suspendue, des dérangemens plus ou moins graves en sont la suite, et beaucoup de maladies ne cessent qu'au moment où une grande quantité de sueur a été expulsée.

SÉCRÉTIONS FOLLICULAIRES.

On appelle *follicules* de petits organes creux logés dans l'épaisseur de la peau ou des membranes muqueuses, et que, pour cela, on distingue en *muqueux* et en *cutanés*.

Les follicules sont en outre distingués en simples et en composés.

Sécrétions folliculaires muqueuses.

Les follicules muqueux simples se voient sur presque toute l'étendue des membranes muqueuses, où ils sont plus ou moins abondans; il existe cependant des points assez étendus de ces membranes où on n'en aperçoit point.

Les corps qui portent le nom de papilles fongueuses de la langue, les amygdales, les glandes du cardia, les prostates, etc., sont considérés par les anatomistes comme des amas de follicules simples : peut-être cette opinion n'est-elle pas suffisamment fondée.

On connaît peu le fluide qu'ils sécrètent; il paraît être analogue au mucus et avoir les mêmes usages.

Sécrétions folliculaires cutanées.

Dans presque tous les points de la peau il existe de petites ouvertures qui sont les orifices de petits organes creux, à parois membraneuses, habituellement remplis d'une matière albumineuse et grasse, dont la consistance, la couleur, l'odeur, et même la saveur, varient suivant les diverses parties du corps, et qui se répand continuellement à la surface de la peau.

Ces petits organes sont appelés les *follicules de la peau;* il en existe au moins un à la base de chaque poil, et, le plus souvent, les poils traversent la cavité d'un follicule pour se porter au dehors.

Ce sont les follicules qui forment cette matière micacée et grasse qui se voit à la peau du crâne et à celle du pavillon de l'oreille; ce sont aussi des follicules qui sécrètent le cérumen dans le conduit auditif; c'est dans des follicules qu'est contenue la matière blanchâtre assez consistante que l'on fait sortir, sous la forme de petits vers, de la peau du visage en la comprimant; c'est la même matière qui, par sa surface en contact avec l'air, noircit et produit les taches nombreuses qui se voient à la figure de quelques personnes, particulièrement aux ailes du nez et aux joues, et qui rend une odeur variable suivant les individus.

Il paraît aussi que ce sont des follicules qui sécrètent la matière blanchâtre odorante qui se renouvelle continuellement à la surface des parties génitales externes.

En se répandant à la surface de l'épiderme, des cheveux, des poils, etc., la matière des follicules entretient la souplesse et l'élasticité de ces parties, rend leur surface lisse et polie, favorise les glissemens qu'elles exercent les unes sur les autres: à raison de sa nature onctueuse, elle les rend moins perméables à l'humidité, etc.

Sécrétions glandulaires.

On nomme *glande* un organe sécréteur qui verse le fluide qu'il forme à la surface d'un membrane muqueuse, ou de la peau, par un ou plusieurs canaux excréteurs.

Le nombre des glandes est assez considérable; l'action de chacune porte le nom de sécrétion glandulaire. Il y a sept sécrétions de ce genre : celle des larmes, celle de la salive, celle de la bile, celle du fluide pancréatique, celle de l'urine, celle du sperme, et enfin celle du lait; on peut y joindre l'action des glandes muqueuses et celle des glandes de Cowper.

Sécrétion des larmes.

La glande qui forme les larmes est fort petite; elle est située dans l'orbite au-dessus et un peu en dehors de l'œil; elle est composée de petits grains réunis par du tissu

celluleux; ses canaux excréteurs, petits et très-multiples, s'ouvrent derrière le côté externe de la paupière supérieure; elle reçoit une petite artère, branche de l'ophthalmique, et un nerf, division de la cinquième paire.

Dans l'état de santé, les larmes sont peu abondantes; le liquide qui les forme est limpide, sans odeur, d'une saveur salée. MM. Fourcroy et Vauquelin, qui l'ont analysé, l'ont trouvé composé de beaucoup d'eau, de quelques centièmes de mucus, de muriate et de phosphate de soude, d'un peu de soude et de chaux pures. Ce qu'on appelle *larmes* n'est point cependant le fluide sécrété en entier par la glande lacrymale; c'est un mélange de ce fluide avec la matière sécrétée par la conjonctive, et probablement avec celle des glandes de Meibomius.

Les larmes forment une couche au-devant de la conjonctive oculaire, et la défendent du contact de l'air; elles facilitent les frottemens des paupières sur l'œil, favorisent l'expulsion des corps étrangers, et s'opposent à l'action des corps irritans sur la conjonctive; dans ce cas, leur quantité augmente promptement. Elles sont aussi un moyen d'expression des passions : le chagrin, la douleur, la joie et le plaisir font couler les larmes : leur sécrétion est donc influencée d'une manière particulière par le système nerveux. Cette influence a lieu par l'intermédiaire du nerf qu'envoie à la glande lacrymale la cinquième paire des nerfs cérébraux (1).

Sécrétion de la salive.

Les glandes salivaires sont, 1° les deux *parotides,* situées au-devant de l'oreille et derrière le col et la branche de la mâchoire; 2° les *sous-maxillaires*, situées au-dessous et à la face du corps de cet os; 3° enfin les *sublinguales,* placées immédiatement au-dessous de la langue : les parotides et les sous-maxillaires n'ont chacune qu'un canal excréteur; les sublinguales en ont plusieurs. Toutes ces glandes sont formées par la réunion de granulations de forme et de volume différens; elles reçoivent des artères considérables relativement à leur masse; plusieurs nerfs provenant du cerveau ou de la moelle épinière s'y distribuent.

La salive que sécrètent ces glandes coule continuellement dans la bouche et va en occuper la partie inférieure; elle se place d'abord entre la partie antérieure et latérale de la langue et la mâchoire, et lorsque l'espace est rempli, elle se loge entre la lèvre inférieure, la joue et le côté externe de la mâchoire; en se déposant aussi dans la bouche; elle se mêle avec les fluides sécrétés par la membrane et les follicules muqueux.

C'est ce fluide d'origine multiple, mais qui, à la vérité, est fourni presque entièrement par les glandes salivaires, qui a été plusieurs fois analysé sous le nom de salive. Il a été trouvé limpide, visqueux, sans couleur ni odeur, d'une saveur douce, un peu plus pesant que l'eau. M. Berzélius le dit formé de : eau, 992,9; matière animale particulière, 2,9; mucus, 1,4; muriate de potasse et de soude, 0,7; tartrate de soude et matière animale, 0,9; soude, 0,2. Il est probable que cette composition de la salive varie, car dans certaines circonstances elle est sensiblement acide.

Nous devons à M. Mitscherlich, savant médecin et chimiste habile, une analyse curieuse de la salive prise à une ouverture accidentelle de la glande parotide. Le même auteur a fait aussi plusieurs remarques intéressantes sur la sécrétion de la salive elle-même. Voici quelques-unes de ces remarques :

La quantité de salive sécrétée pendant le boire et le manger est très-considérable, et d'autant plus que les alimens sont plus durs et plus excitans.

---

(1) *Voyez*, pour les autres usages des larmes, l'article *Vision*.

La quantité de salive est d'autant moindre que l'on introduit à la fois plus d'alimens dans la bouche. Les mouvemens de la mâchoire augmentent l'afflux de ce liquide.

Pendant le sommeil calme, la parotide sécrète si peu qu'il est impossible de rien recueillir.

Pendant la parole, M. Mitscherlich recueillit sur son malade, dans l'espace de quelques minutes, plusieurs gouttes d'une salive très-limpide.

En vingt-quatre heures, la fistule fournissait de 65 à 95 grammes de salive, plus ou moins selon la nature des alimens.

En comparant la quantité de salive sécrétée par la parotide avec celle que le malade produit expectorée, dans le même temps, on a trouvé pour 15 minutes le rapport de 0,92 à 6,27.

La dureté des alimens peut apporter une variation de 3 à 9.

Quant à la composition chimique, M. Mitscherlich a trouvé le plus souvent la salive faiblement acide, quelquefois neutre, et d'autres fois fortement alcaline.

Hors le temps des repas, elle est acide.

Pendant la mastication elle est alcaline : l'acidité disparaît quelquefois dès la première bouchée d'aliment.

D'après MM. Tiedemann et Gmelin, la pesanteur spécifique de la salive fournie par un fumeur serait de 1,0043.

D'après M. Mitscherlich, la salive limpide provenant de la fistule varierait de 1,0061, à 1,0088.

La salive contient les acides hydrochlorique, phosphorique et sulfurique, mais la quantité de ces acides ne suffit pas pour neutraliser l'alcali; il reste encore, après la saturation de ces acides, de 0,094 pour 100 de l'alcali le plus puissant et 0,024 pour 100 de natron, qui sont combinés à un acide organique, qui est l'acide lactique, dont M. Mitscherlich n'a pu déterminer exactement la proportion.

Une goutte de solution de chlorure de fer produit, dans une certaine quantité de salive crachée, une teinte rouge prononcée; le même effet s'est fait remarquer sur la salive de la fistule. La propriété de rougir par le chlorure de fer est donc une propriété réelle de la salive.

La salive est un des fluides digestifs les plus utiles; elle favorise le broiement et la division des alimens, elle aide leur déglutition et leur transformation en chyme, elle rend aussi plus faciles les mouvemens de la langue dans la parole et le chant. La plus grande partie du fluide est portée dans l'estomac par les mouvemens de déglutition, une autre partie doit se vaporiser et sortir avec l'air expiré quand celui-ci traverse la bouche.

Sécrétion du suc pancréatique.

Le pancréas est situé transversalement dans l'abdomen, derrière l'estomac; il a un canal excréteur qui s'ouvre dans le duodénum à côté de celui du foie : sa structure granuleuse l'a fait considérer comme une glande salivaire; mais il en diffère par la petitesse de ses artères, et en ce qu'il ne paraît recevoir aucun nerf cérébral.

De Graaf, anatomiste hollandais, a donné autrefois un procédé pour recueillir du suc pancréatique; il consiste à introduire dans le canal excréteur du pancréas, par son extrémité intestinale, un petit tuyau de plume qui irait se rendre dans une petite bouteille attachée sous le ventre de l'animal. J'ai essayé plusieurs fois ce procédé, je le crois impraticable. Le tuyau de plume ou tout autre tube déchire la membrane muqueuse interne du canal, le sang coule, et le tube est bientôt bouché. Je me sers d'un moyen beaucoup plus simple : je mets l'orifice du canal à nu sur un chien, j'essuie avec un linge fin la membrane muqueuse circonvoisine, et j'attends qu'il sorte une goutte de liquide; sitôt qu'elle paraît, je l'aspire avec une *pipette*, instrument employé en chimie. De cette manière, je suis parvenu à recueillir quelques gouttes de suc pancréatique, mais jamais assez pour pouvoir en faire une analyse en règle. J'y

ai reconnu une couleur légèrement jaunâtre, une saveur salée, point d'odeur ; j'ai vu qu'il était alcalin, et qu'il était en partie coagulable par la chaleur (1). Ce qui m'a le plus frappé, en cherchant à me procurer du suc pancréatique, c'est la petite quantité qui s'en forme ; le plus souvent à peine en sort-il une goutte en une demi-heure, et quelquefois j'ai attendu plus long-temps avant d'en voir paraître. L'écoulement n'en paraît pas plus rapide pendant la digestion ; au contraire, peut-être est-il en cet instant plus lent. En général, je le crois plus abondant dans les animaux très-jeunes.

MM. Leuret, Lassaigne et Watrin ont fait sur la sécrétion du suc pancréatique du cheval et sur sa nature chimique des recherches curieuses.

Ayant couché un cheval sur le côté gauche, ils ont incisé la paroi abdominale et mis le duodénum à découvert ; ayant coupé cet intestin selon sa longueur, et pénétré dans sa cavité, ils ont aperçu deux bourrelets, qui, étant incisés, ont laissé couler deux sortes de liquides : l'un jaune-verdâtre, et l'autre, moins abondant, incolore ; le premier, on s'en doute bien, était la bile, le second le fluide du pancréas. Ils ont alors introduit une sonde de gomme élastique dans le canal du fluide incolore, et l'y ont fixée par une ligature. A l'autre bout de la sonde était une bouteille de gomme élastique fortement comprimée par un lien afin d'en expulser l'air. Quand la sonde fut bien fixée dans le canal pancréatique, le lien de la bouteille fut enlevé, et alors, en vertu de son élasticité, la bouteille exerçait sur le fluide du pancréas une aspiration utile au succès de l'expérience. Ayant été détachée au bout d'une demi-heure, la bouteille s'est trouvée contenir environ trois onces d'un fluide limpide et légèrement salé, et alcalin.

Sa pesanteur spécifique était de 1,0026.
Analysé avec soin, ce liquide contenait :

Eau.	99,1
Matière animale soluble dans l'acohol	0,9
Id. dans l'eau.	
Traces d'albumine.	
Mucus, soude libre.	
Chlorure de sodium, de potassium.	
Phosphate de chaux.	
Total.	100,0

Les mêmes auteurs ont essayé sur des chiens l'emploi du procédé de Graaf et de Schuyl, mais ils n'ont pas été plus heureux que moi. Ils assurent qu'en appliquant des excitans, et particulièrement des acides faibles, sur l'orifice duodénal du canal pancréatique, on produit promptement une abondance considérable dans l'excrétion du fluide du pancréas.

MM. Tiedemann et Gmelin sont parvenus à se procurer le suc pancréatique du chien et de la brebis par un procédé fort analogue à celui de Graaf ; le résultat le plus important auquel ils sont arrivés est que ce suc diffère beaucoup sous le rapport chimique de la salive, avec laquelle plusieurs physiologistes l'avaient confondu (2).

Malgré l'importance des recherches qui viennent d'être citées, et les lumières qu'elles ont répandues sur ce sujet, je dirai, comme dans l'édition précédente de

(1) Dans les oiseaux, où il y a deux pancréas, j'ai remarqué que les canaux excréteurs sont doués d'un mouvement péristaltique presque continu ; le suc pancréatique est aussi beaucoup plus abondant : il est presque entièrement albumineux, du moins il durcit comme l'albumine par la chaleur.

(2) Voyez *Recherches sur la Digestion*, etc., t. I, p. 40 et suiv.

cet ouvrage : Il est impossible de décider aujourd'hui à quoi sert le liquide du pancréas.

Sécrétion de la bile.

La plus grosse de toutes les glandes est le *foie ;* elle se distingue encore par la circonstance, unique parmi les organes sécréteurs, qu'elle est habituellement traversée par une très-grande quantité de sang veineux, indépendamment du sang artériel, qui y arrive comme partout ailleurs. Son parenchyme ne ressemble en rien à celui des autres glandes, et le fluide qu'elle forme ne diffère pas moins des autres fluides glandulaires.

Le canal excréteur du foie se rend au duodénum ; près de s'y engager, il communique avec une poche membraneuse qui se nomme *vésicule du fiel ;* la communication est établie au moyen d'un petit canal nommé *cystique,* qui est garni à l'intérieur par une petite valvule spiroïde découverte par M. Amussat. La vésicule du fiel est presque toujours remplie par la bile.

Peu de fluides sont aussi composés et aussi différens du sang que la bile. La couleur en est verdâtre, la saveur très-amère ; elle est visqueuse, filante, tantôt limpide et tantôt trouble. Elle contient de l'eau, de l'albumine, une matière que quelques chimistes nomment résineuse, un principe colorant jaune (1), de la soude, des sels ; savoir du muriate, du sulfate, du phosphate de soude, du phosphate de chaux, et de l'oxide de fer. Ces propriétés appartiennent à la bile contenue dans la vésicule du fiel ; celle qui sort directement du foie, et qu'on nomme bile *hépatique,* n'a jamais été analysée chez l'homme ; elle est en général moins foncée en couleur, moins visqueuse, et, dit-on, moins amère que la bile *cystique.*

M. Lassaigne, qui l'a examinée extraite d'un chien vivant, ne l'a pas trouvée différente de celle de la vésicule.

D'après M. Thénard, la bile est composée, sur 800 parties :

Eau.	700
Matière résineuse verte.	15
Picromel.	69
Matière jaune quart. ver.	
Soude.	4
Phosphate de soude.	2
Hydrochlorate de potasse et de soude.	3,5
Sulfate de soude.	0,8
Phosphate de soude et magnésie.	1,2
Oxide de fer. — Traces.	

M. Chevreul a trouvé dans le même fluide la cholestérine.

Le résultat d'un grand nombre d'expériences de MM. Tiedemann et Gmelin est que la bile de l'homme contient :

De la cholestérine,
De la résine,
Du picromel,
De l'acide oléique ;
Une grande quantité d'une matière soluble dans l'eau,
De la matière colorante,
Du mucus,

et sans contredit, disent ces auteurs, plusieurs autres substances (ouv. cité).

(1) Il est probable que la matière jaune de la bile est aussi celle qui colore le sérum du sang, l'urine, etc.

La formation de la bile paraît continue. Quelles que soient les circonstances dans lesquelles se trouve un animal, si l'orifice du canal cholédoque est mis à découvert, on voit ce liquide couler goutte à goutte à la surface de l'intestin. Il paraît que la vésicule se remplit plus particulièrement quand l'estomac est vide et que la pression abdominale est moindre. Il m'a toujours semblé qu'elle était plus distendue à cet instant ; mais elle ne se vide pas entièrement dans la distension de l'estomac. La cause qui contribue le plus à en expulser la bile est le vomissement. Je l'ai souvent trouvée liquide et flasque sur des animaux morts par l'effet d'un poison vomitif; mais dans aucun cas je n'ai aperçu de traces de contractilité, soit dans la vésicule, soit dans les conduits hépatiques ou cystiques : cependant j'ai essayé sur ces parties tous les excitans qui mettent en jeu les contractions intestinales, vésicales, etc. (1).

Quant à la raison pour laquelle la bile qui sort du foie chemine vers la vésicule et finit par la distendre en s'y accumulant, il paraît que cela tient à la disposition du canal cholédoque, qui se rétrécit beaucoup au moment qu'il perce les parois intestinales ; la bile, éprouvant ainsi quelque difficulté à couler dans le duodénum, reflue vers le canal cystique, qui offre moins de résistance. Cet effet se produit encore sur le cadavre quand on pousse doucement une injection par le canal hépatique, c'est-à-dire que le liquide passe en partie dans l'intestin et en partie dans la vésicule. Probablement que la valvule spiroïde dont nous avons parlé joue un rôle de quelque importance, soit pour l'entrée de la bile dans la vésicule, soit pour sa sortie de ce réservoir.

Le foie recevant en même temps du sang veineux par la veine porte, et du sang artériel par l'artère hépatique, les physiologistes se sont fort inquiétés pour savoir quel est celui de ces deux sangs qui sert à la formation de la bile. Plusieurs ont dit que le sang de la veine porte, plus *carboné* et plus *hydrogéné* que celui de l'artère hépatique, était *plus propre* à fournir les élémens de la bile. Bichat a combattu avec avantage cette opinion; il a démontré que la quantité du sang artériel qui arrive au foie était plus en rapport avec la quantité de bile formée que celle du sang veineux ; que le volume du canal hépatique n'était point en proportion avec la veine porte; que la graisse, fluide très-hydrogéné, était sécrétée aux dépens du sang artériel, etc.; il aurait pu ajouter que rien ne prouve que le sang de la veine porte ait plus d'analogie avec la bile que le sang artériel. Nous ne prendrons point parti dans cette discussion : les deux opinions sont également dénuées de preuve. D'ailleurs, rien n'éloigne l'idée que les deux sangs servent à la sécrétion ; l'anatomie semble même l'indiquer; car les injections montrent que tous les vaisseaux du foie, artériels, veineux, lymphatiques et excréteurs, communiquent ensemble.

La bile concourt à la digestion d'une manière très-utile, mais dont le mode est inconnu. Dans l'ignorance où nous sommes relativement aux causes des maladies, nous attribuons à la bile des propriétés malfaisantes que probablement elle est loin d'avoir.

Sécrétion de l'urine.

La sécrétion dont nous allons nous occuper diffère à plus d'un égard des précédentes : le liquide qui en est le résultat est beaucoup plus abondant que celui d'aucune autre glande; au lieu de servir à quelques usages intérieurs, il doit être expulsé ; sa rétention aurait les suites les plus fâcheuses. Nous sommes avertis de la nécessité de son expulsion par un sentiment particulier, qui, semblable aux phénomènes instinctifs de ce genre, devient très-vif et douloureux s'il n'est point assez promptement satisfait.

(1) Dans les oiseaux la vésicule et les conduits biliaires sont contractiles.

Peu d'appareils de sécrétion sont aussi compliqués que celui de l'urine : il est composé des deux reins, des calices, des bassinets, des uretères, de la vessie et de l'urètre; en outre, les muscles abdominaux concourent à l'action de ces diverses parties, parmi lesquelles les reins seuls forment l'urine ; les autres servent à son transport et à son expulsion.

Situés dans l'abdomen, sur les côtés de la colonne vertébrale, au-devant des dernières fausses côtes et du muscle carré des lombes, les reins sont peu volumineux relativement à la quantité de fluide qu'ils sécrètent. Ils sont ordinairement entourés de beaucoup de graisse ; leur parenchyme est composé de deux substances, l'une extérieure, vasculaire ou *corticale;* l'autre, nommée *tubuleuse,* disposée en un certain nombre de cônes dont la base correspond à la surface de l'organe, et dont les sommets se réunissent dans la cavité membraneuse appelée *bassinet.* Ces cônes paraissent formés par une grande quantité de petites fibres creuses, qui sont des canaux excréteurs d'un genre particulier, et qui sont habituellement remplies d'urine.

Aucun organe ne reçoit, en ayant égard à son volume, autant de sang que le rein. L'artère qui s'y porte est grosse, courte, et naît immédiatement de l'aorte ; elle a des communications très-faciles avec les veines et avec la substance tubuleuse, comme on peut s'en assurer au moyen des injections les plus grossières, qui, poussées dans l'artère rénale, passent dans les veines et dans le bassinet, après avoir rempli la substance corticale.

Les filets du grand sympathique sont les seuls qui se distribuent au rein.

Les calices, le bassinet, l'uretère, forment ensemble un canal qui part du rein, où il embrasse le sommet des mamelons, et va se rendre, placé sur les côtés de la colonne vertébrale, dans le fond du bassin, à la *vessie,* où il se termine. Ce dernier organe est une poche extensible et contractile, destinée à être remplie par le fluide que sécrète le rein, et qui communique avec l'extérieur par un canal assez long chez l'homme, très-court chez la femme, nommé *l'urètre.*

L'extrémité postérieure de l'urètre est, chez l'homme seulement, entourée par la glande *prostate,* que certains anatomistes considèrent comme un amas de follicules muqueux. Deux petites glandes, placées au-devant de l'anus, versent un fluide particulier dans ce canal. Deux muscles, qui descendent du pubis vers le rectum, passent sur les côtés de la partie de la vessie qui s'abouche à l'urètre, se rapprochent l'un de l'autre en arrière, et forment ainsi une arcade qui embrasse le col de la vessie, et le porte plus ou moins en haut.

Si l'on incise le bassinet sur un animal vivant, on voit l'urine suinter lentement par le sommet des cônes excréteurs. Ce liquide se dépose dans la cavité des calices, puis dans celle du bassinet, et peu à peu s'engage dans l'urètre, qu'il parcourt dans toute sa longueur. Il arrive ainsi jusque dans la vessie, où il pénètre par un suintement continuel, comme il est facile de l'observer chez les personnes affectées du vice de conformation nommé *rétroversion de la vessie,* où la face interne de cet organe est accessible à la vue.

Une légère compression sur les cônes urinifères en fait sortir l'urine en quantité assez considérable : mais, au lieu d'être limpide comme lorsqu'elle sort naturellement, elle est trouble et épaisse. Elle paraît donc être *filtrée* par les fibres creuses de la substance tubuleuse.

Le passage de l'urine de l'uretère dans la vessie n'est pas continu; à des intervalles réguliers et courts, l'uretère, dilaté par l'urine, s'entr'ouvre à son orifice vésical, et donne passage à l'urine. La dilatation de l'uretère se fait de haut en bas d'arrière en avant, et s'annonce à la surface muqueuse de la vessie par une saillie qui indique le trajet oblique de ces conduits entre les membranes de l'organe. Quelquefois l'urine coule par un petit jet en commençant, mais ensuite elle se répand en nappe. Vient après l'affaissement de l'uretère et de son orifice, et l'écoulement de l'urine cesse

pour quelques secondes, pour recommencer de la même manière. En général l'écoulement de l'urine dans la vessie coïncide avec l'inspiration (1).

Le bassinet et l'uretère n'étant pas contractiles, il est probable que la force qui y détermine la marche de l'urine est, d'une part, celle par laquelle elle est versée dans le bassinet (2), et de l'autre, la pression des muscles abdominaux, à quoi peut se joindre, quand on est debout, la pesanteur du liquide. Sous l'influence de ces causes, l'urine s'introduit dans la vessie, et peu à peu distend cet organe, quelquefois à un degré considérable, l'extensibilité des diverses membranes permettant cette accumulation (3).

Comment l'urine s'accumule-t-elle dans la vessie? pourquoi ne coule-t-elle pas immédiatement par l'urètre? et pourquoi ne reflue-t-elle point dans les uretères? La réponse est facile pour les uretères : ces conduits font un trajet assez long dans l'épaisseur des parois de la vessie. A mesure que l'urine distend cet organe, elle aplatit les uretères, et les ferme d'autant plus exactement qu'elle est plus abondante. Cet effet a lieu sur le cadavre comme sur le vivant; aussi un liquide, ou même de l'air, poussé avec force dans la vessie par l'urètre, ne peut jamais s'introduire dans les uretères. C'est donc par un mécanisme analogue à celui de certaines soupapes que l'urine ne remonte pas vers les reins.

Il n'est pas aussi facile d'expliquer pourquoi l'urine ne coule pas par l'urètre; plusieurs causes paraissent y concourir : les parois de ce canal, surtout vers la vessie, tendent continuellement à revenir sur elles-mêmes et à effacer sa cavité; M. Amussat a démontré, par des recherches anatomiques et physiologiques fort curieuses, que la partie de l'urètre que l'on nomme membraneuse est formée à l'extérieur par des fibres musculaires, et que ces fibres sont douées d'une contractilité très-énergique. Je me suis assuré de l'exactitude de ces faits.

Mais la cause qui doit être la plus efficace pour retenir l'urine dans la vessie, c'est la contraction des muscles releveurs de l'anus (4), qui, soit par la disposition des fibres musculeuses à se raccourcir, soit par leur contraction sous l'influence cérébrale, pressent de bas en haut l'urètre, appliquent avec plus ou moins de force contre elles-mêmes ses parois, et ferment ainsi son orifice postérieur.

Excrétion de l'urine.

Dès que l'urine est accumulée en certaine quantité dans la vessie, nous éprouvons

---

(1) Blandin, *Journal hebdomadaire*, t. VII, p. 271.

(2) Puisqu'il est prouvé que le cœur et le resserrement des artères ont une influence marquée sur le cours du sang dans les capillaires et dans les veines, pourquoi ces mêmes causes n'agiraient-elles pas sur le mouvement des fluides dans les canaux excréteurs?

(3) Depuis long-temps les physiologistes comparent l'introduction de l'urine dans la vessie à celle d'un liquide dans une cavité à parois résistantes, par un canal étroit, vertical et inflexible; mais la comparaison n'est point exacte. Dans le canal supposé, le liquide coule, et presse continuellement le liquide contenu dans le vase qui le reçoit. L'urine ne coule point dans l'uretère; elle y suinte, et, sous ce rapport, son influence sur la distension de la vessie ne peut être comparée à celle que produirait le poids d'un liquide. La pression abdominale doit avoir une grande part dans la dilatation de la vessie par l'urine. Si la vessie et les uretères sont également pressés, cette cause suffit pour que l'urine s'introduise dans la vessie. En supposant la pression égale dans tous les points de l'abdomen, si la surface du bassinet et des uretères est supérieure à celle de la vessie, l'urine doit entrer encore plus facilement dans cette dernière; mais la pression abdominale paraît être beaucoup plus faible dans le bassin que dans l'abdomen proprement dit; en sorte qu'il est facile de concevoir comment l'urine passe des uretères dans la vessie.

Cependant la distension de la vessie par l'abord de l'urine a des bornes. Quand elle est portée au point que l'organe contient un litre et plus d'urine, la distension s'arrête, et les uretères se dilatent à leur tour de la partie inférieure vers la supérieure.

(4) Je comprends dans le releveur de l'anus le faisceau musculaire qui embrasse directement l'urètre, et qui, dans ces derniers temps, a été nommé muscle de Wilson.

le besoin de nous en débarrasser. Le mécanisme de cette expulsion mérite une attention particulière, et n'a pas été toujours bien compris.

Si l'urine n'est pas plus fréquemment expulsée, il ne faut pas l'attribuer à la vessie, car cet organe tend toujours, plus ou moins, à se rétrécir; mais, par l'influence des causes qui viennent d'être indiquées, l'orifice interne de l'urètre résiste avec une force que la contraction habituelle de la vessie ne saurait surmonter : la volonté amène ce résultat, 1° en ajoutant à la contraction de la vessie celle des muscles abdominaux; 2° en relâchant les releveurs de l'anus qui fermaient l'urètre. Une fois la résistance de ce canal vaincue, la contraction de la vessie suffit pour l'expulsion complète de l'urine qu'elle contenait; mais l'action des muscles abdominaux peut s'y ajouter, et alors le jet de l'urine devient beaucoup plus considérable. Nous pouvons aussi arrêter tout-à-coup l'écoulement de l'urine, en faisant contracter les releveurs de l'anus.

La contraction de la vessie n'est point volontaire, quoique nous puissions, en agissant sur les muscles abdominaux et les releveurs de l'anus, la produire quand nous voulons.

Cette contraction suffit pour expulser l'urine. J'ai vu souvent des chiens uriner l'abdomen ouvert et la vessie hors de la portée d'action des muscles abdominaux. Si même on détache sur un chien mâle la vessie avec la prostate et une petite portion de la partie de l'urètre dite membraneuse, après quelques instans, la vessie se contracte et lance l'urine avec un jet prononcé jusqu'à ce que le liquide soit entièrement expulsé.

Ce qui reste d'urine dans l'urètre quand la vessie cesse d'y en pousser est expulsé par la contraction des muscles du périnée, et particulièrement par celle des *bulbo-caverneux*.

Quoique la quantité d'urine soit très-abondante, et que ce fluide contienne plusieurs principes immédiats qui ne se trouvent pas dans le sang, et que par conséquent il se passe une action chimique dans le rein, la sécrétion de l'urine est cependant très-rapide.

Dans l'état de santé, l'urine a une couleur jaune plus ou moins foncée; sa saveur est salée et un peu âcre, son odeur lui est particulière. Elle est composée d'eau, de mucus provenant probablement de la membrane muqueuse des voies urinaires, d'une autre matière animale, d'acide urique, d'acide phosphorique, d'acide lactique, de muriate de soude et d'ammoniaque, de phosphate de soude, d'ammoniaque, de chaux, de magnésie, de sulfate de potasse, de lactate d'ammoniaque, et de silice. Ses principales propriétés sont dues à l'urée, matière très-azotée et putréfiable à un très-haut degré.

Les propriétés physiques de l'urine sont sujettes à de grandes variations. Si l'on a fait usage de rhubarbe ou de garance, elle devient jaune très-foncé ou rouge sanguin; si l'on a respiré un air chargé de vapeurs d'essence de térébenthine, ou si l'on a avalé un peu de résine, elle prend une odeur de violette : chacun connaît l'odeur désagréable qu'elle acquiert par l'usage des asperges.

Sa composition chimique n'est pas moins variable. Plus on fait usage de boissons aqueuses, et plus la quantité totale et la portion d'eau deviennent considérables; le contraire arrive si l'on boit peu. L'acide urique devient plus abondant quand le régime est très-substantiel et l'exercice peu considérable; cet acide diminue et peut même disparaître totalement par l'usage soutenu et exclusif d'alimens non azotés, tels que le sucre, la gomme, le beurre, l'huile, etc. Certains sels portés dans l'estomac, même en petite quantité, sont retrouvés au bout de très-peu de temps dans l'urine.

La promptitude extrême avec laquelle se fait ce transport a donné lieu de croire qu'il existait une voie directe de communication de l'estomac à la vessie; aujourd'hui même cette opinion compte un assez grand nombre de partisans.

Il n'y a pas long-temps encore qu'on supposait l'existence d'un canal qui irait de

l'estomac à la vessie, mais ce canal n'existe point; d'autres ont pensé, mais sans en donner aucune preuve, que le passage s'effectuait par le tissu cellulaire, par les anastomoses des vaisseaux lymphatiques, etc.

Darwin, ayant fait prendre à un de ses amis quelques grains de nitrate de potasse, recueillit son urine au bout d'une demi-heure, et le fit saigner: le sel fut reconnu dans l'urine et ne put l'être dans le sang. M. Brande a fait des observations analogues avec du prussiate de potasse; il en conclut que la circulation n'est pas la seule voie de communication entre l'estomac et les organes urinaires, sans s'expliquer sur le moyen qui pourrait exister. Éverard Home était aussi de ce sentiment.

J'ai fait des expériences dans la vue d'éclaircir cette importante question, et j'ai reconnu, 1° que toutes les fois que l'on injecte du prussiate de potasse dans les veines, ou qu'on le fait absorber dans le canal intestinal ou dans une membrane séreuse, il passe bientôt dans la vessie, où il est facile de le reconnaître mêlé à l'urine; 2° que si la quantité de prussiate injectée est très-considérable, les réactifs peuvent le démontrer dans le sang; mais que si la quantité est petite, il est impossible d'y reconnaître sa présence par les moyens usités; 3° que la même chose a lieu en mélangeant dans un vase du prussiate et du sang; 4° que l'on reconnaît le sel en toute proportion dans l'urine. Il n'y a donc rien d'extraordinaire que Darwin et M. Brande n'aient point retrouvé dans le sang la substance qu'ils apercevaient distinctement dans l'urine.

Quant aux organes qui transportent les liquides de l'estomac et des intestins dans le système circulatoire, d'après ce que nous avons dit en parlant des vaisseaux chylifères et de l'absorption des veines, ils est évident que ce sont les veines qui absorbent directement les liquides, et qui les transportent aussitôt au foie et au cœur; en sorte que la route que suivent ces liquides pour arriver aux reins est beaucoup plus courte et plus directe qu'on ne le pensait, c'est-à-dire les vaisseaux lymphatiques, les glandes mésentériques et le canal thoracique.

L'expérience a donné relativement à la sécrétion de l'urine plusieurs résultats que je ne dois pas passer sous silence.

La soustraction d'un rein sur un chien n'altère pas la santé de l'animal; il semble seulement que la sécrétion de l'urine est augmentée et qu'elle se fait avec plus de promptitude.

La soustraction des deux reins fait périr immanquablement les animaux dans l'espace de 2, 3, 4 ou 5 jours; j'ai remarqué il y a fort long-temps que dans ce cas la sécrétion de la bile augmente dans une proportion vraiment extraordinaire : l'estomac et les intestins en sont remplis.

Un fait de la plus haute importance qui a été découvert par MM. Prévost et Dumas, c'est qu'après l'extraction des deux reins on trouve une quantité notable d'urée dans le sang, de sorte que les reins ne sont pas les organes créateurs de cette substance, comme on le croyait généralement, mais qu'ils la séparent simplement du sang, où elle se forme. Ce fait a été vérifié par MM. Vauquelin et Ségalas; ce dernier a de plus observé que l'introduction de l'urée dans le sang excite la sécrétion de l'urine, au point qu'il regarde l'urée comme un excellent diurétique (1).

(1) Les personnes qui voudront connaître de très-curieuses expériences sur la sécrétion de l'urine, et particulièrement sur les variations des rapports respectifs de la partie aqueuse et de la partie solide de ce fluide, liront avec intérêt un travail de M. le docteur Chaussat, médecin à Pise, inséré dans le tom. V de mon *Journal de Physiologie*. Ces recherches continuées plusieurs années avec une persévérance digne de Sanctorius, et faites avec le soin et les précautions que comportent aujourd'hui l'état de la chimie et de la physiologie, ont été couronnées par l'Académie des Sciences de Paris.

Remarque générale sur les sécrétions glandulaires.

C'est pour expliquer les séerétions glandulaires, que les physiologistes ont donné toute liberté à leur imagination. Les glandes ont été successivement envisagées comme des cribles, des filtres, des foyers de fomentation. Bordeu et Bichat ont attribué à leurs moléeules une *sensibilité* et un *mouvement particulier*, par lesquels elles *choisissent* dans le sang qui les traverse les particules propres à entrer dans les fluides qu'elles séerètent (1). On leur a donné des *atmosphères*, des *départemens*; on les a erues susceptibles d'*érection*, de *sommeil*, ete. Malgré les efforts d'un grand nombre d'hommes de mérite, la vérité est que nous ignorons tout-à-fait ce qui se passe dans une glande quand elle agit. Il s'y développe nécessairement des phénomènes chimiques. Plusieurs fluides séerétés sont acides, tandis que le sang est alcalin; quelques-uns contiennent des principes immédiats qui n'existent pas dans le sang, et qui semblent formés dans les glandes : mais le mode partieulier de ees eombinaisons est inconnu.

Ne eonfondons pas eependant parmi ces hypothèses sur l'aetion des glandes une conjeeture ingénieuse de Wollaston. Cet illustre savant soupçonne que l'éleetricité, même très-faible, peut avoir une influenee marquée sur les séerétions; il s'appuie sur une expérience curieuse que nous allons rapporter :

Ayant pris un tube de verre, haut de deux pouces, et de trois quarts de pouce de diamètre, il en ferma une extrémité avec un morceau de vessie. Il versa dans le tube un peu d'eau, avee 1/240e de son poids de muriate de soude; il mouilla la vessie en dehors, et la posa sur une pièce d'argent; il courba ensuite un fil de zine, de manière qu'une de ses extrémités touchait la pièee de métal et l'autre pénétrait dans le liquide, à la profondeur d'un pouce. Au même instant la faee externe de la vessie indiqua la présence de la soude pure; en sorte que, sous cette influenee électrique très-faible, il y eut déeomposition du sel marin, et passage de la soude, séparée de l'acide, à travers la vessie. Wollaston pense qu'il n'est pas impossible que quelque chose d'analogue arrive dans les séerétions; on sent que, pour admettre eette idée, il faudrait beaueoup d'autres preuves (2).

La déeouverte de M. Dutrochet sur l'*endosmose* et l'*exosmose* pourra sans doute jeter de la elarté sur la théorie des sécrétions; mais jusqu'à présent elle n'a point encore produit eet heureux résultat; elle ne nous fournit tout au plus que quelques eonjectures plus ou moins probables.

Plusieurs organes, tels que la thyroïde, le thymus, la rate, les capsules surrénales, ont été nommés *glandes* par beaucoup d'anatomistes. Chaussier a substitué à cette dénomination celle de *ganglions glandiformes*. On ignore entièrement les usages de ees parties. Comme elles sont en général plus volumineuses chez le fœtus, on pense qu'elles y ont quelques fonctions importantes, mais il n'en existe aueune preuve. Les ouvrages de physiologie contiennent un grand nombre d'hypothèses faites dans la vue d'expliquer leurs fonetions; mais eette abondanee même dans les suppositions confirme notre ignorance eomplète sur ce point important de la physiologie.

DE LA NUTRITION.

Nous savons que le sang fournit à toutes les sécrétions intérieures et extérieures;

---

(1) Bordeu convient que ces idées ne sont que des métaphores. — Voyez *Recherches sur les Glandes*.

(2) Pour la sécrétion du sperme et pour celle du lait, voyez *Génération*.

que lui-même se sépare par l'absorption générale, et par celle du chyle et des boissons: il nous reste maintenant à étudier ce qui se passe dans le parenchyme des organes et des tissus pendant toute la durée de la vie, c'est-à-dire la *nutrition* proprement dite.

Depuis l'état d'embryon jusqu'à la vieillesse la plus avancée, le corps change presque continuellement de poids, de volume, etc.; les parenchymes et les tissus présentent des variations infinies dans leur consistance, leur couleur, leur élasticité, et quelquefois leur composition chimique. Le volume des organes augmente quand ils sont fréquemment en action; leurs dimensions diminuent beaucoup, au contraire, quand ils restent long-temps en repos. Par l'influence de l'une ou l'autre de ces causes, leurs propriétés physiques et chimiques offrent des variations remarquables. Un grand nombre de maladies produisent souvent, dans un temps très-court, des changemens marqués dans la conformation extérieure et dans la structure d'un grand nombre de parties.

Si l'on mêle de la garance à la nourriture d'un animal, au bout de quinze ou vingt jours les os présentent une teinte rouge qui disparaît bientôt si l'on en cesse l'usage.

Il existe donc dans la profondeur des organes un mouvement insensible qui produit toutes ces modifications. C'est ce mouvement intestin, inconnu dans sa nature, que l'on a nommé *nutrition*, ou *mouvement nutritif*.

Ce phénomène, que l'esprit observateur des anciens n'avait pas laissé échapper, a été pour eux l'objet de plusieurs suppositions ingénieuses qui sont encore répandues aujourd'hui. On dit, par exemple, qu'au moyen du mouvement nutritif, le corps entier se renouvelle, de sorte qu'à une certaine époque il n'est plus formé d'une seule des molécules qui le composaient auparavant. On a même assigné des limites à cette rénovation totale: les uns l'ont établie après trois ans; d'autres veulent qu'elle ne soit complète qu'au bout de sept; mais rien ne justifie ces conjectures; au contraire, quelques faits bien constatés semblent devoir en éloigner l'idée.

Tout le monde sait que les soldats, les matelots et plusieurs peuplades sauvages se colorent la peau avec certaines substances qu'ils introduisent dans le tissu même de cette membrane: les figures tracées ainsi conservent leur forme et leur couleur toute la vie, à moins de circonstances particulières. Comment allier ce phénomène avec le renouvellement qui, d'après les auteurs, arriverait à la peau (1)?

En s'appuyant sur les suppositions dont nous venons de parler, il est reçu, dans le langage métaphorique employé dans quelques ouvrages de physiologie, que les molécules des organes *ne peuvent servir* qu'un certain temps à les composer, qu'elles *s'usent* à la longue, et *finissent* par devenir impropres à entrer dans leur composition, et qu'alors elles sont *absorbées* et *remplacées* par des molécules *neuves* provenant des alimens.

On ajoute que les matières animales qui composent nos excrétions sont le détritus des organes, et qu'elles sont principalement composées des molécules qui ne peuvent plus servir à la composition de ceux-ci, etc., etc.

Au lieu de discuter ces hypothèses ou plutôt ces rêveries, disons le peu de faits qui donnent quelques notions sur le mouvement nutritif.

A. En ayant égard à la promptitude avec laquelle les organes changent de pro-

---

(1) L'emploi récent du nitrate d'argent à l'intérieur, pour le traitement de l'épilepsie, a fourni un nouveau phénomène de ce genre. Après quelques mois de l'usage de cette substance, la peau de plusieurs malades s'est colorée en bleu grisâtre, probablement parce que le sel a été déposé dans le tissu de cette membrane, où il se trouve médiatement en contact avec l'air. Quelques individus sont dans cet état depuis plusieurs années, sans que la teinte se soit affaiblie; chez d'autres, elle a diminué peu à peu, et a fini par disparaître au bout de deux ou trois ans.

priétés physiques et chimiques dans les maladies et par l'âge, il paraît que la nutrition est plus ou moins rapide suivant les tissus. Les glandes, les muscles, la peau, etc., changent de volume, de couleur, de consistance, avec une très-grande promptitude; les tendons, les membranes fibreuses, les os, les ligamens, paraissent avoir une nutrition beaucoup moins active, car leurs propriétés physiques ne changent que lentement par l'effet de l'âge et des maladies.

B. Si l'on tient compte de la quantité d'alimens consommée, proportionnellement au poids du corps, il semble que le mouvement nutritif est plus rapide dans l'enfance et la jeunesse que dans l'âge adulte et la vieillesse; qu'il s'accélère par l'action répétée des organes, et se ralentit par le repos. En effet, les enfans et les jeunes gens consomment davantage d'alimens que les adultes et les vieillards : ces derniers peuvent conserver toutes leurs facultés en n'usant que d'une très-petite quantité d'alimens. Tous les exercices du corps, les travaux de peine, nécessitent des alimens plus abondans ou plus nutritifs; un repos parfait, au contraire, permet une abstinence prolongée.

C. Le sang paraît contenir la plupart des principes nécessaires à la nutrition des organes; la fibrine, l'albumine, la graisse, l'osmazôme, la matière nerveuse, les sels, etc., qui entrent dans la composition des tissus et des organes, se trouvent dans le sang. Ils paraissent être déposés dans les parenchymes au moment où le sang les traverse : la manière dont se fait ce dépôt est entièrement ignorée. Il existe un rapport évident entre l'activité de la nutrition d'un organe et la quantité de sang qu'il reçoit : les tissus à nutrition rapide ont de grosses artères; quand l'action d'un organe a déterminé une accélération de nutrition, les artères et les veines grossissent.

Quelques principes immédiats qui entrent dans la composition des organes ou des fluides ne se trouvent point dans le sang : tels sont la gélatine, l'acide urique, etc. Ils se forment donc aux dépens des autres principes, dans le parenchyme des organes, par une action chimique dont le mode est inconnu, mais qui n'en est pas moins réelle, et qui doit nécessairement avoir pour effet un développement de chaleur et d'électricité.

D. Depuis que l'analyse chimique a fait connaître la nature des divers tissus de l'économie animale, on a reconnu qu'ils contiennent tous une assez grande proportion d'azote. Nos alimens étant aussi composés en partie de ce corps simple, il est probable que c'est d'eux que vient l'azote des organes; mais plusieurs auteurs estimés pensent qu'il a sa source dans la respiration, et d'autres croient qu'il est formé de toutes pièces par l'influence de la vie. Les uns et les autres s'appuient sur l'exemple des herbivores, qui se nourrissent exclusivement de matières non-azotées; sur l'histoire de certains peuples qui vivent seulement de riz et de maïs; sur celle des nègres, qui peuvent vivre long-temps en ne mangeant que du sucre; enfin sur ce qu'on raconte des caravanes, qui, en traversant les déserts, n'ont pendant plusieurs semaines que de la gomme pour toute nourriture. Si ces faits prouvaient en effet que des hommes peuvent vivre sans alimens azotés, il faudrait bien reconnaître que l'azote des organes a une autre origine que celui des alimens; mais il s'en faut de beaucoup que les faits cités conduisent à cette conséquence. En effet, presque tous les végétaux dont se nourrissent l'homme et les animaux contiennent plus ou moins d'azote; par exemple, le sucre impur que mangent les nègres en présente une assez grande proportion; et quant aux peuples qui se nourrissent, dit-on, avec du riz, ou du maïs, des pommes de terre, il est connu qu'ils y ajoutent du lait ou du fromage : or le caséum est, de tous les principes immédiats animaux, le plus azoté.

J'ai pensé qu'on pourrait acquérir quelques notions exactes sur ce sujet en soumettant des animaux, pendant le temps nécessaire, à une nourriture dont la composition chimique serait rigoureusement déterminée.

Les chiens étaient propres à ce genre d'expériences; ils se nourrissent, comme l'homme, également bien de substances végétales et animales.

Chacun sait qu'un chien peut vivre long-temps en ne mangeant que du pain; mais, en le nourrissant ainsi, on n'en peut rien conclure relativement à la production de l'azote dans l'économie animale, car le gluten que contient le pain est une substance très-abondante en azote. Pour obtenir un résultat satisfaisant, il fallait nourrir un de ces animaux avec une substance réputée nutritive, mais qui ne contînt pas d'azote.

A cet effet, j'ai mis un petit chien âgé de trois ans, gras et bien portant, à l'usage du sucre blanc et pur pour tout aliment, et de l'eau distillée pour boisson : il avait de l'un ct de l'autre à discrétion.

Les sept ou huit premiers jours il parut se bien trouver de ce genre de vie; il était gai, dispos, mangeait avec avidité et buvait comme de coutume. Il commença à maigrir dans la seconde semaine, quoique son appétit fût toujours fort bon, et qu'il mangeât jusqu'à six ou huit onces de sucre en vingt-quatre heures. Ses excrétions alvines n'étaient ni fréquentes ni copieuses; en revanche, celle de l'urine était assez abondante.

La maigreur augmenta dans la troisième semaine; les forces diminuèrent, l'animal perdit la gaîté, l'appétit ne fut pas aussi vif. A cette même époque il se développa, d'abord sur un œil, et ensuite sur l'autre, une petite ulcération au centre de la cornée transparente; elle augmenta assez rapidement, et au bout de quelques jours elle avait plus d'une ligne de diamètre; sa profondeur s'accrut dans la même proportion; bientôt la cornée fut entièrement perforée, et les humeurs de l'œil s'écoulèrent au dehors. Ce singulier phénomène fut accompagné d'une sécrétion abondante des glandes propres aux paupières.

Cependant l'amaigrissement allait toujours croissant, les forces se perdirent; et, quoique l'animal mangeât, par jour, de trois à quatre onces de sucre, la faiblesse devint telle, qu'il ne pouvait ni mâcher ni avaler; à plus forte raison tout autre mouvement était-il impossible. Il expira le trente-deuxième jour de l'expérience. Je l'ouvris avec toutes les précautions convenables; j'y reconnus une absence totale de graisse; les muscles étaient réduits de plus des cinq sixièmes de leur volume ordinaire; l'estomac et les intestins étaient aussi très-diminués de volume et fortement contractés.

La vésicule du fiel et la vessie urinaire étaient distendues par les fluides qui leur sont propres. Je priai M. Chevreul de vouloir bien les examiner; il leur trouva presque tous les caractères qui appartiennent à l'urine et à la bile des animaux herbivores, c'est-à-dire que l'urine, au lieu d'être acide comme elle l'est chez les carnivores, était sensiblement alcaline, n'offrait aucune trace d'acide urique ni de phosphates. La bile contenait une proportion considérable de picromel, caractère particulier de la bile de bœuf, et en général de celle des herbivores. Les excrémens, qui furent aussi examinés par M. Chevreul, contenaient très-peu d'azote, tandis qu'ils en présentent ordinairement beaucoup.

Un semblable résultat méritait bien d'être vérifié par de nouvelles expériences : je soumis donc un second chien au même régime que le précédent, c'est-à-dire au sucre et à l'eau distillée. Les phénomènes que j'observai furent entièrement analogues à ceux que je viens de décrire; seulement les yeux ne commencèrent à s'ulcérer que vers le vingt-cinquième jour, et l'animal mourut avant qu'ils eussent eu le temps de se vider, comme cela était arrivé chez le chien sujet de la première expérience : du reste, même amaigrissement, même faiblesse, suivis de la mort le trente-quatrième jour de l'expérience; et, à l'ouverture du cadavre, même état des muscles et des viscères abdominaux et surtout même caractère des excrémens, de la bile et de l'urine.

Une troisième expérience me donna des résultats tout-à-fait semblables, et je considérai dès lors le sucre comme incapable, seul, de nourrir les chiens.

Ce défaut de la qualité nutritive pouvait être particulier au sucre; il était important de s'assurer si d'autres substances non azotées, mais considérées généralement comme nourrissantes, produiraient des effets pareils.

Je pris deux chiens jeunes et vigoureux, quoique de petite taille; je leur donnai pour toute nourriture de très-bonne huile d'olive et de l'eau distillée; ils parurent s'en bien trouver pendant environ quinze jours; mais ensuite ils éprouvèrent la série d'accidens dont j'ai fait mention en parlant des animaux qui mangeaient du sucre. Ils n'éprouvèrent point cependant d'ulcération de la cornée; ils moururent tous deux vers le trente-sixième jour de l'expérience; ils présentèrent, sous le rapport de l'état des organes et sous celui de la composition de l'urine et de la bile, les mêmes phénomènes que les précédens.

La gomme est une autre substance qui ne contient pas d'azote, mais qui passe pour être aussi nourrissante. On pouvait présumer qu'elle agirait comme le sucre et l'huile, mais il fallait s'en assurer directement.

Dans cette vue, j'ai nourri plusieurs chiens avec de la gomme, et les phénomènes que j'ai observés n'ont pas différé sensiblement de ceux dont je viens de rendre compte.

J'ai répété l'expérience en nourrissant un chien avec du beurre, substance animale privée d'azote; il a d'abord, comme les animaux précédens, très-bien supporté cette nourriture; mais, au bout d'environ quinze jours, il a commencé à maigrir, et a perdu ses forces; il est mort le trente-sixième jour, quoique, le trente-deuxième, je lui aie fait donner de la viande à discrétion, et quoiqu'il en ait mangé pendant deux jours une certaine quantité. L'œil droit de cet animal m'a offert l'ulcération de la cornée dont j'ai parlé à l'occasion de ceux qui ont été nourris avec du sucre. L'ouverture du cadavre m'a présenté les mêmes modifications de la bile et de l'urine.

Quoique la nature des excrémens rendus par les différens animaux dont je viens de parler annonçât bien qu'ils digéraient les substances dont ils faisaient usage, j'ai voulu m'en assurer plus positivement; c'est pourquoi, après avoir fait manger séparément à plusieurs chiens de l'huile, de la gomme ou du sucre, je les ai ouverts, et j'ai reconnu que ces substances étaient réduites chacune en un chyme particulier dans l'estomac, et qu'ensuite elles fournissaient un chyle abondant : celui qui provient de l'huile est d'un blanc laiteux prononcé; le chyle qui provient de la gomme ou du sucre est transparent, opalin et plus aqueux que celui de l'huile. Il est donc évident que si ces diverses substances ne nourrissent point, on ne doit point l'attribuer à ce qu'elles ne sont pas digérées.

Ces résultats paraissent importans sous plus d'un rapport; d'abord ils rendent très-probable que l'azote des organes a primitivement sa source dans les alimens; ils sont en outre propres à éclairer les causes et le traitement de la goutte, de la gravelle, etc. (1).

Depuis la publication de ces faits dans la première édition de cet ouvrage, j'ai pu en constater quelques autres non moins importans, et qui montrent combien nos connaissances sont encore restreintes touchant le phénomène de la nutrition.

1. Un chien mangeant à discrétion du pain blanc de froment pur, et buvant à volonté de l'eau commune, ne vit pas au-delà de cinquante jours; il meurt à cette époque avec tous les signes de dépérissement notés plus haut.

2 Un chien mangeant exclusivement du pain bis militaire ou de *munition*, vit très-bien, et sa santé ne s'altère en aucune façon.

3. Un lapin ou un cochon d'Inde nourris avec une seule substance, telle que fro-

---

(1) Les personnes atteintes de ces maladies sont ordinairement de grands mangeurs de viande, de poisson, de fromage et autres substances abondantes en azote. La plupart des graviers, une partie des calculs urinaires, les tophus arthritiques sont formés par l'*acide urique*, principe qui contient beaucoup d'azote. En diminuant dans le régime la proportion des alimens azotés, on parvient à prévenir et même à guérir la goutte et la gravelle. *Voyez* mon *Traité de la Gravelle*, Paris, 2e édit.

ment, avoine, orge, choux, carottes, etc., meurent avec toutes les apparences de l'inanition, ordinairement dès la première quinzaine, et quelquefois beaucoup plus tôt. Nourris avec les mêmes substances données concurremment ou successivement, à des petits intervalles, ces animaux vivent et se portent bien.

4. Un âne auquel j'ai fait donner du riz sec et ensuite cuit à l'eau, parce qu'il refusait le premier, n'a survécu que quinze jours : les derniers jours il a refusé constamment de manger le riz. Un coq s'est nourri de riz cuit pendant plusieurs mois en conservant sa santé.

5. Des chiens nourris exclusivement avec du fromage, et d'autres avec des œufs durs, ont vécu long-temps, mais ils étaient faibles, maigres; ils perdaient leurs poils, et leur aspect annonçait une nutrition incomplète.

6. La substance qui, donnée seule, laisse vivre le plus long-temps les animaux rongeurs, est la chair musculaire.

L'un des faits les plus remarquables que j'aie constatés est celui-ci : Si un animal a vécu pendant un certain temps avec une substance qui, prise seule, ne peut le nourrir, de pain blanc, par exemple, pendant quarante jours, en vain à cette époque changera-t-on sa nourriture, et le rendra-t-on à un régime ordinaire : l'animal mangera avec avidité les nouveaux alimens qu'on lui présente; mais il continuera à dépérir, et sa mort n'en arrivera pas moins à l'époque où elle serait arrivée s'il avait soutenu son régime exclusif.

8. La conséquence la plus générale et la plus importante à déduire de ces faits, qui mériteraient d'être suivis et examinés de nouveau, c'est que la diversité et la multiplicité des alimens est une règle d'hygiène très-importante, qui nous est d'ailleurs indiquée par notre instinct et par les variations que les saisons apportent dans la nature et l'espèce des substances alimentaires.

MM. Edwards et Balzac, par des recherches intéressantes entreprises pour décider la question difficile de savoir si la gélatine extraite des os doit être employée comme aliment des classes pauvres, sont arrivés à des résultats qui confirment ceux qui précèdent.

Le pain seul ne nourrit pas les chiens, nous l'avions déjà remarqué; mais est-ce parce qu'il ne contient pas suffisamment des principes azotés? Pour lever cette difficulté, les auteurs ont ajouté la gélatine pure de bonne qualité au pain. Ce régime ne s'est pas trouvé assez nutritif pour entretenir la vie; il a fallu ajouter au mélange une faible proportion de la substance sapide de la viande (l'osmazôme) pour que la nutrition s'effectuât convenablement.

E. Les expériences que j'ai faites sur la cinquième paire des nerfs m'ont conduit à des résultats singuliers relativement à la nutrition de l'œil.

Quand le tronc de ce nerf est coupé dans le crâne, un peu après son passage sur le rocher, vingt-quatre heures après la section, la cornée devient trouble à sa surface; il s'y forme une large taie. Après quarante-huit ou soixante heures, cette partie est complètement opaque, la conjonctive s'enflamme ainsi que l'iris. Il se dépose dans la chambre intérieure un liquide trouble et des fausses membranes provenant de la face intérieure de l'iris; le cristallin lui-même et l'humeur vitrée commencent à perdre leur transparence et finissent, au bout de quelques jours, par la perdre entièrement.

Huit jours après la section du nerf, la cornée se détache de la sclérotique, et les humeurs de l'œil qui sont restées liquides s'échappent par l'ouverture. L'organe diminue de volume et tend à s'atrophier, et finit en effet par devenir une sorte de tubercule rempli d'une matière analogue à du fromage pour l'aspect, etc.

La nutrition de l'œil est donc évidemment sous l'influence nerveuse.

Il en est de même de la glande lacrymale, qui reçoit une branche spéciale de la cinquième paire, sous le nom de nerf lacrymal. Cette glande s'atrophie et se détériore comme l'œil; ses fonctions, c'est-à-dire la sécrétion des larmes, sont abolies aussitôt après la section du nerf qui s'y distribue.

L'action des organes entretient et développe leur nutrition : cette remarque est connue; le repos la ralentit, l'inaction complète l'arrête pour quelques-uns. On en verra sans doute la preuve dans l'expérience suivante :

Mettez l'œil d'un pigeon hors d'état d'agir, au bout de quinze jours tout l'appareil nerveux de l'œil inactif sera dans un état d'atrophie complet. Nous voyons des résultats analogues chez l'homme; mais en général il faut très-long-temps avant que l'atrophie du nerf optique soit apparente, et le plus souvent elle se borne à la partie antérieure à la décussation des nerfs.

F. Un assez grand nombre de tissus dans l'économie paraissent ne point éprouver de nutrition proprement dite : tels sont l'épiderme, les ongles, les poils, les dents, la matière colorante de la peau, et peut-être les cartilages. Ces diverses parties sont réellement sécrétées, soit par des organes particuliers, comme les dents et les poils, soit par des parties qui ont en même temps d'autres fonctions, comme les ongles et l'épiderme. La plupart des parties formées de cette matière s'usent par le frottement des corps extérieurs, et se renouvellent à mesure qu'elles se détruisent; enlevées complètement, elles peuvent se reproduire en entier. Un fait assez singulier, c'est qu'elles continuent à croître plusieurs jours après la mort; nous avons un phénomène semblable à l'occasion du mucus.

G. Certaines substances, mais particulièrement l'iode, paraissent avoir une influence marquée sur la nutrition. Leur usage l'accélère ou la diminue. Ces effets opposés sont manifestes pour l'iode, et mériteraient une attention spéciale.

Après ce peu de mots sur les principaux phénomènes nutritifs, il faut examiner un phénomène très-important, qui paraît intimement lié avec la nutrition, mais qui a aussi des rapports étroits avec la respiration : je veux parler de la production de la chaleur dans le corps de l'homme.

De la chaleur animale.

Un corps inerte, qui ne change point d'état, placé au milieu d'autres corps, prend bientôt la même température que ceux-ci, à raison de la tendance qu'a le calorique à se mettre en équilibre. Le corps de l'homme se comporte tout autrement : environné de corps plus chauds que lui, il conserve, tant que la vie dure, sa température intérieure; entouré de corps dont la température est plus basse que la sienne, il maintient sa température plus élevée. Il y a donc dans l'économie animale deux propriétés distinctes et différentes, l'une de produire de la chaleur, et l'autre de produire du froid. Examinons ces deux propriétés; voyons d'abord comment se produit la chaleur.

La principale, ou, si l'on veut, la plus évidente source de la chaleur animale, paraît être la respiration. L'expérience nous a démontré, en effet, que le sang s'échauffe d'environ un degré en traversant les poumons; et comme du poumon il est réparti dans tout le corps, il porte partout de la chaleur, et la dépose dans les organes; car nous avons vu aussi que le sang des veines est un peu moins chaud que celui des artères.

Ce développement de la chaleur dans la respiration paraît être dû, comme nous l'avons déjà dit, à la formation de l'acide carbonique, soit qu'elle ait lieu directement dans le poumon, soit qu'elle n'arrive qu'ultérieurement dans les vaisseaux ou dans le parenchyme même des organes. De très-belles expériences de Lavoisier et de Laplace conduisent à cette conclusion; ils placèrent dans un calorimètre des animaux, et comparèrent la quantité d'acide formé par la respiration, avec la quantité de chaleur produite dans un temps donné. A une petite proportion près, la chaleur produite était celle qu'avait nécessairement entraînée la quantité d'acide carbonique formée.

Des expériences de MM. Brodie, Thillaye et Legallois ont aussi prouvé que si l'on gêne la respiration d'un animal, soit en le mettant dans une position fatigante,

soit en le faisant respirer artificiellement, sa température baisse, et la quantité d'acide carbonique qu'il forme diminue. Dans les maladies, quand la respiration est accélérée, la chaleur augmente, à moins de circonstances particulières. La respiration est donc un foyer où il se développe du calorique.

La science vient d'acquérir, sur la question de la chaleur animale, une précision qui n'avait point encore été atteinte dans ce genre de recherche.

M. Despretz a fait une série nombreuse d'expériences sur la comparaison de la chaleur émise par les animaux et de la chaleur dégagée par la combustion opérée au sein des poumons.

Il paraît bien démontré aujourd'hui que la respiration produit en général les quatre cinquièmes de la chaleur chez les animaux herbivores ; les trois quarts chez les animaux carnivores ; les oiseaux présentent à peu près le même rapport.

C'est donc dans les poumons qu'est la principale source de la chaleur animale, ainsi que l'indiquaient les essais de Lavoisier et de Laplace ; mais, dans ces essais, la comparaison n'avait pas été établie sur le même animal : un cochon-d'Inde avait fourni l'acide carbonique, et un autre animal du même genre avait servi à la mesure de la chaleur ; il restait donc à faire des expériences nombreuses et précises, pour ne plus laisser d'incertitude sur le rôle des poumons dans cet important phénomène : c'est ce qui a engagé l'Académie des Sciences à proposer en prix cette question. M. Despretz l'a remporté. L'Académie avait demandé en outre qu'on déterminât avec précision la chaleur dégagée dans la combustion du carbone ; M. Despretz a résolu ces deux questions avec succès : nous ne rapporterons ici que la partie physiologique de son travail.

L'animal est placé dans une boîte en cuivre assez grande pour qu'il n'y soit pas gêné ; cette boîte a un rebord dans lequel plonge le couvercle ; l'intervalle entre la boîte et le couvercle est rempli de mercure ; la petite boîte renfermant l'animal est fixée dans une caisse en cuivre ; on connaît exactement le poids de tout le cuivre employé, et de l'eau pure qui enveloppe la boîte dans laquelle est l'animal ; tout cet appareil est placé sur des supports en bois très-sec ; l'animal est d'ailleurs séparé du cuivre par des baguettes d'osier, afin qu'il ne lui cède pas de sa chaleur propre ; l'air est fourni par un gazomètre exactement gradué ; cet air passe d'abord dans la boîte assez de temps pour qu'il s'y trouve, au moment où l'on prend la température de l'eau, dans le même état qu'à la fin de l'expérience ; la température de l'eau est connue avec une grande précision. Pendant toute la durée de l'expérience, qui est ordinairement de deux heures, l'air arrive sur l'animal avec une vitesse constante. Le gaz qui a été respiré contient ordinairement six pour cent d'acide carbonique ; on en détermine la quantité en traitant l'air par la potasse : l'air, dépouillé de son acide carbonique, est ensuite analysé par l'hydrogène. Le volume d'air fourni à l'animal pendant deux heures est de quarante-cinq à cinquante litres.

Ire EXPÉRIENCE.

Trois cochons-d'Inde, femelles adultes.
Durée de l'expérience, 1 h. 45 m.

Volume d'air fourni à	9°,44—48lit.026	10,085 oxigène. 37,941 azote.
Après l'expérience, ramené à la même température par le calcul		2,587 acide. 6,789 oxigène. 39,616 azote.

	litres.
Acide formé	2,587
Oxigène disparu	0,709
Azote dégagé	1,675

Ces trois animaux ont élevé la température de 23310g.,5 d'eau, de 0°,63 ; d'où l'on réduit :

Chaleur animale	100	
Chaleur due à la formation de l'acide carbonique	69,6	89,0
Chaleur due à la formation de l'eau	19,4	

L'oxigène disparu = 7/26 de l'acide formé.
L'azote dégagé = 17/7 de l'oxigène disparu = 17/26 de l'acide formé.
Les frugivores présentent souvent une exhalation d'azote supérieure à l'absorption de l'oxigène.

IIe EXPÉRIENCE.

Chienne de cinq ans environ.
Durée de l'expérience, 1 h. 31 m.

Volume d'air fourni à . . . . 8°,60—47lit.657 { 10,008 oxigène. 37,649 azote.

Volume d'air, après l'expérience, ramené à la même température. . . . . . 47,214 { 3,768 acide. 4,424 oxigène. 39,022 azote.

	litres.
Acide formé	3,768
Oxigène disparu	1,806
Azote dégagé	1,374

L'oxigène disparu = 9/19 de l'acide formé.
L'azote dégagé = 7/9 de l'oxigène disparu = 7/19 de l'acide formé.
Élévation de la température de 25387g.,5 d'eau, 1°,10.
Chaleur animale. 100
Chaleur due à la formation de l'acide carbonique . . . . 54,9 } 80,8
Chaleur due à la formation de l'eau. . . . . . 25,9 }

IIIe EXPÉRIENCE.

Chat mâle, âgé de deux ans.
Durée de l'expérience, 1 h. 30 m.

Volume d'air fourni à . . . . 9°44—47llt.,883 { 10,055 oxigène. 37,828 azote.

Volume après la respiration. . . . . 48,022 { 2,059 acide. 7,122 oxigène. 38,841 azote.

	litres.
Acide formé.	2,059
Oxigène disparu.	0,874
Azote dégagé	1,013

L'oxigène disparu = 9/21 de l'acide formé.
L'azote dégagé = 10/9 de l'oxigène disparu, = 10/21 de l'acide formé.
Elévation de la température de 25387g.,5 d'eau, 0°,57, d'où
Chaleur animale. 100
Chaleur due à la formation de l'acide carbonique. . . . . 57,8 } 80,8
Chaleur due à la formation de l'eau. . . . . . 23,0 }

Les nombres qui représentent la partie de la chaleur animale due à la respiration sont un peu forts; en voici quelques-uns qui le sont moins.

IVe EXPÉRIENCE.

Deux jeunes chiens de cinq à six semaines.
Chaleur animale. 100
Chaleur due à la formation de l'acide carbonique. 48,5 } 70,7
Chaleur due à la formation de l'eau. . . . . . 22,2 }

Ve EXPÉRIENCE.

Chienne de six mois.
Chaleur animale. 100
Chaleur due à la formation de l'acide carbonique. 49,6 } 74,1
Chaleur due à la formation de l'eau. . . . . . 24,5 }

VIe EXPÉRIENCE.

Six petits lapins.

Chaleur animale.	100	
Chaleur due à la formation de l'acide carbonique.	58,5	82,1
Chaleur due à la formation de l'eau.	23,6	

VIIe EXPÉRIENCE.

Trois cochons-d'Inde, mâles, adultes.

Chaleur animale.	100	
Chaleur due à la formation de l'acide carbonique.	59,1	81,5
Chaleur due à la formation de l'eau.	22,4	

Ces exemples suffisent pour faire voir que dans le développement de la chaleur animale la respiration produit chez les mammifères frugivores une portion plus considérable de la chaleur animale totale que chez les carnivores.

VIIIe EXPÉRIENCE.

Trois pigeons mâles, adultes.
Durée de l'expérience, 1 h. 32 m.

Volume d'air fourni à . . . . 9°,73—47^lit.674 { 10,012 oxigène. 37,662 azote.

Volume d'air après la respiration ramené à 9°,73=47,650. . . . . { 2,451 acide. 6,826 oxigène. 38,372 azote.

	litres.
Acide carbonique formé.	2,451
Oxigène disparu.	0,735
Azote dégagé.	0,710

L'oxigène disparu=7/25 de l'acide formé.
L'azote dégagé = 71/73 de l'oxigène disparu.
Élévation de la température de la masse d'eau, 25387g.,5, 0°,644, d'où

Chaleur animale.	100	
Chaleur due à la formation de l'acide carbonique.	60,5	78,8
Chaleur due à la formation de l'eau.	18,3	

IXe EXPÉRIENCE.

Grand-duc de Virginie, adulte.
Durée de l'expérience, 1 h. 25 m.

Volume d'air fourni à . . . . 7°,00—48^lit.,136 { 10,109 oxigène. 38,027 azote.

Volume après la respiration ramené à la température de . . . . . 7°,0—47^lit.,838 { 1,601 acide. 7,483 oxigène. 38,754 azote.

	litres.
Acide formé.	1,601
Oxigène disparu.	1,025
Azote dégagé	0,727

L'oxigène disparu=10/16 de l'acide formé.
L'azote dégagé=7/10 de l'oxigène disparu,=7/16 de l'acide formé.
Élévation de la température de la masse d'eau, 25187g.,5, 0°,55, d'où

Chaleur animale.	100	
Chaleur due à la formation de l'acide carbonique.	47,4	77
Chaleur due à la formation de l'eau.	29,6	

On voit qu'il y a, relativement à l'exhalation d'azote, la même différence que pour les mammifères.

Dans les expériences envoyées à l'Académie, le gaz provenant de la respiration était

reçu dans un gazomètre, où il était séparé de l'eau par un flotteur en fer-blanc; cependant, comme l'intérieur du gazomètre était nécessairement humide, une certaine quantité d'acide aurait pu être dissoute. C'est afin d'avoir des résultats nets et à l'abri des objections que M. Despretz a fait construire un appareil dans lequel le gaz respiré est reçu sur le mercure.

On peut donc admettre maintenant comme vérités incontestables : 1° que la respiration est la principale cause du développement de la chaleur animale;

2° Qu'outre l'oxigène employé à la formation de l'acide carbonique, une certaine quantité, quelquefois très-considérable relativement à la première, disparaît aussi : on pense généralement qu'il est employé à la combustion de l'hydrogène; mais cette explication n'a pas encore été prouvée directement;

3° Qu'il y a exhalation d'azote dans la respiration des mammifères carnivores ou frugivores, et dans la respiration des oiseaux; et qu'en général la quantité d'azote exhalée suit la quantité d'oxigène employée à la respiration.

En considérant pour un moment le poumon comme l'unique source de chaleur dans l'économie, nous voyons que le calorique doit se distribuer aux différentes parties du corps d'une manière inégale; les plus éloignées du cœur, celles qui reçoivent moins de sang, ou qui se refroidissent le plus facilement, doivent être généralement plus froides que celles qui présentent les dispositions contraires.

C'est en partie ce qui existe. Les membres sont plus froids que le tronc; souvent ils n'offrent que 25 ou 26°, et quelquefois beaucoup moins, 4 ou 5° par exemple, tandis que la cavité du thorax approche de 32°; mais les membres ont une surface considérable, relativement à leur masse; ils sont plus éloignés du cœur, et reçoivent moins de sang que la plupart des organes du tronc. A raison de l'étendue considérable de leur surface et de leur éloignement du cœur, il est probable que les pieds et les mains auraient une température encore plus basse que celle qui leur est propre, si ces parties ne recevaient proportionnellement une quantité de sang plus grande. La même disposition existe pour tous les organes extérieurs dont la surface est très-grande, comme le nez, le pavillon de l'oreille, etc. : aussi leur température est-elle plus élevée que ne semble l'indiquer leur surface et leur éloignement du cœur.

Malgré cette prévoyance de la nature, les parties à larges surfaces perdent plus facilement leur calorique, et non-seulement sont habituellement plus froides que les autres, mais éprouvent souvent des refroidissemens considérables; les mains et les pieds, en hiver, sont fréquemment à une température voisine de 0. C'est la raison pour laquelle nous les exposons plus volontiers à la chaleur de nos foyers.

Parmi les moyens que nous employons instinctivement pour empêcher ou pour remédier au refroidissement, il faut remarquer la course, la marche, les cauts, qui accélèrent la circulation; les pressions, les chocs sur la peau, qui attirent dans le tissu de cette membrane une plus grande quantité de sang. Un autre moyen, aussi efficace, consiste à diminuer la surface en contact avec les corps qui nous enlèvent du calorique. Ainsi nous fléchissons les différentes parties des membres les unes sur les autres, nous les appliquons fortement contre le tronc quand la température extérieure est très-froide. Les enfans et les personnes faibles adoptent souvent cette position lorsqu'ils sont couchés (1). Sous ce rapport, il serait avantageux de ne pas renfermer les très-jeunes enfans dans des maillots qui les empêchent de se fléchir ainsi sur eux-mêmes.

Nos vêtemens conservent notre chaleur, car les tissus qui les forment étant mauvais conducteurs du calorique, ne laissent point échapper celui du corps.

D'après ce qui vient d'être dit, la combinaison de l'oxigène de l'air avec le carbone du sang satisfait seule à la plupart des phénomènes que présente la production de la chaleur animale; mais il en est quelques-uns qui, s'ils sont réels, ne sauraient être

---

(1) *Voyez*, sur ce sujet, un mémoire de M. Brès, dans le *Journal de Médecine*, année 1817.

expliqués par ce moyen. Des observateurs estimables ont avancé que, dans certaines maladies locales, la température du lieu malade s'élève de plusieurs degrés au-dessus de celle du sang, prise à l'oreillette gauche. S'il en était ainsi, l'abord continuel du sang artériel ne pourrait suffire pour rendre raison de cet accroissement de chaleur; mais je doute de l'exactitude du fait: j'ai moi-même fait des recherches suivies sur ce sujet, en me servant de thermomètres très-sensibles, et je n'ai jamais vu la partie enflammée avoir une chaleur au-dessus de celle du sang. J'ai vu, par exemple, une main malade être de 8 ou 10° plus chaude que la main saine, mais cette température pathologique était cependant au-dessous de celle du sang, elle n'était que de 29 à 30° R. Toutefois, d'après les expériences de M. Despretz, dans les circonstances les plus favorables, et seulement dans les animaux herbivores, la respiration ne fournit que 89° sur 100 de chaleur animale, et dans les carnassiers elle ne donne que 80°. Il existe donc d'autres sources de chaleur dans l'économie; il est probable qu'elles existent dans les frottemens des diverses parties, le mouvement du sang, le roulis de ses globules les uns sur les autres, et enfin dans les phénomènes nutritifs.

Il n'y a rien de forcé dans cette supposition, car la plupart des combinaisons chimiques donnent lieu à des élévations de température, et l'on ne peut douter que, soit dans les sécrétions, soit pour la nutrition, il ne se passe des combinaisons de ce genre dans la profondeur des organes.

Au moyen de ces deux sources de chaleur, la vie peut se maintenir quoique le corps soit exposé à une température très-basse, telle que celle de l'hiver dans les pays voisins du pôle, et qui descend quelquefois à 34° R. En général, nous supportons difficilement un froid aussi rigoureux, et il arrive souvent que les parties qui se refroidissent le plus aisément sont mortifiées et tombent en gangrène: un grand nombre de militaires ont éprouvé ces accidens dans les guerres de Russie.

Cependant, puisque nous résistons facilement à une température beaucoup plus basse que la nôtre, il est évident que la faculté de produire de la chaleur est très-développée en nous.

Celle de produire du froid, ou, en termes plus exacts, de résister à une chaleur étrangère qui tend à s'introduire dans nos organes, est plus restreinte. Dans les pays équatoriaux, il est arrivé que des hommes sont morts subitement quand la température approchait de 40°.

Mais, pour être restreinte, cette propriété n'en est pas moins réelle. MM. Banks, Blagden et Fordyce, s'étant exposés eux-mêmes à une chaleur de près de 100° R., ont constaté que leur corps avait conservé, à peu de chose près, sa même température. Des expériences plus récentes, de MM. Berger et Delaroche, ont fait voir que la chaleur du corps pouvait, par cette cause, monter de plusieurs degrés: il n'est pas même nécessaire, pour que cet effet ait lieu, que la température ambiante soit très-élevée. S'étant placés l'un et l'autre dans une étuve à 39°, leur température s'éleva de 3° environ. M. Delaroche, ayant séjourné seize minutes dans une étuve sèche à 64°, trouva une augmentation de 4° dans la sienne.

Franklin, à qui les sciences physiques et morales sont redevables de plusieurs découvertes importantes, et d'un grand nombre d'aperçus ingénieux, est le premier qui ait trouvé la raison pour laquelle le corps résiste ainsi à une forte chaleur. Il a fait voir que cet effet était dû à l'évaporation de la transpiration cutanée et pulmonaire, et que, sous ce rapport, le corps des animaux ressemble aux vases poreux nommés *alcarrazas*. Ces vases, en usage dans les pays chauds, laissent suinter l'eau qu'ils renferment, ont une surface constamment humide, où se fait une évaporation rapide qui refroidit le liquide qu'ils renferment.

Pour vérifier cet important résultat, M. Delaroche a placé des animaux dans une atmosphère chaude, et tellement saturée d'humidité, qu'aucune évaporation ne pouvait s'y produire. Ces animaux n'ont pu supporter, sans périr, qu'une chaleur un peu plus élevée que la leur, et se sont échauffés comme s'ils n'avaient plus aucun moyen de se refroidir. Ainsi, point de doute que l'évaporation cutanée et pulmo-

naire ne soit la cause pour laquelle l'homme et les animaux résistent à une forte chaleur. Cette explication est encore confirmée par la perte considérable de poids qu'éprouve le corps après avoir été exposé à une chaleur élevée.

D'après les faits qui viennent d'être exposés, il est évident que les auteurs qui ont représenté la chaleur animale comme fixe se sont fort éloignés de la vérité. Pour en juger sainement, il faudra tenir compte de la température et de l'humidité ambiante; il faudra prendre le degré de chaleur des diverses parties, et ne point juger la température de l'une par celle de l'autre.

Nous avons peu d'observations bien faites sur la température propre au corps de l'homme; les plus récentes sont dues à MM. Edwards et Gentil. Ces auteurs ont observé que le lieu le plus propice pour juger de la chaleur du corps est l'aisselle. Ils ont remarqué une différence de près d'un degré entre la chaleur d'un jeune homme et celle d'une jeune fille: celle-ci ne présentait à la main qu'un peu moins de 29°; la main du jeune homme marquait 29° 1/2. Les mêmes ont observé des différences remarquables pour la chaleur dans les différens tempéramens. Il existe aussi des variations diurnes; la température peut varier de deux ou trois degrés du matin au soir. En général, ce sujet aurait besoin de nouvelles observations.

DE LA GÉNÉRATION.

Les fonctions de relation et les fonctions nutritives établissent l'existence individuelle de l'homme; mais, comme tous les animaux, il est encore appelé à en exercer une autre très-importante, qui est la création d'êtres semblables à lui, et à concourir ainsi à l'existence de l'espèce.

Par son but, la génération est déjà très-différente des fonctions de relation et nutritives; mais elle en diffère encore en ce que les organes qui coopèrent n'existent pas sur le même individu, et établissent la principale différence des sexes.

Appareil de la génération.

Il se compose des organes propres à l'homme et de ceux qui sont particuliers à la femme.

Organes génitaux de l'homme.

Ces organes sont les *testicules*, les *vésicules spermatiques*, la *prostate*, les *glandes* de Cowper et le *pénis*.

Il y a deux *testicules*. Les cas rapportés dans les auteurs, où l'on dit en avoir vu trois et même quatre, sont fort incertains. Leur forme est ovoïde et leur volume peu considérable; leur parenchyme consiste en un nombre infini de petits vaisseaux repliés et contournés sur eux-mêmes, nommés *spermifères*, et se dirigeant tous vers un point de la surface, nommé la *tête de l'épididyme :* là ils se rapprochent, s'anastomosent, diminuent de nombre, et finissent par ne plus former qu'un canal contourné qui règne au-dessus de l'organe, et y prend le nom d'*épididyme;* si par la dissection ou autrement on détruit le tissu cellulaire qui maintient plissés les vaisseaux spermifères, on peut s'assurer qu'ils ont une longueur très-considérable, qu'ils forment, en s'anastomosant, des mailles de plus d'un pied de diamètre.

Le canal qui leur succède, ou qui résulte de leur réunion, se détache de l'organe sous le nom de *conduit déférent*, remonte vers les anneaux inguinaux, se plonge dans le bassin, et arrive enfin à la partie inférieure et antérieure de la vessie; là il communique d'une part avec les vésicules spermatiques, et de l'autre avec la portion prostatique de l'urètre.

Le parenchyme du testicule est enveloppé par une membrane fibreuse et résistante; il est en outre recouvert, 1° par une membrane séreuse, nommée *tunique vaginale*, qui dans le fœtus a fait partie du péritoine; 2° par une membrane musculaire qui peut élever le testicule et l'appliquer contre l'anneau inguinal; 3° par le *dartos*, couche de tissu cellulaire fort lâche qui paraît être contractile; 4° enfin par la peau rugueuse et de couleur foncée qui forme le *scrotum* ou les bourses. Cette portion de peau a la propriété remarquable de se contracter à la manière des tissus musculaires non soumis à la volonté.

Le sang artériel arrive au testicule par une petite artère qui naît de l'aorte à la hauteur des rénales. Les veines de cet organe sont grosses, flexueuses et multipliées; elles ont des anastomoses fréquentes, et portent ensemble le nom de *corps pampiniforme*. Quoique la sensibilité des testicules soit des plus vives, il ne paraît pas qu'on ait pu y suivre aucun nerf, soit du cerveau, soit des ganglions.

On donne le nom de *vésicule spermatique* à deux petits organes celluleux situés au-dessous du bas-fond de la vessie, et qui paraissent destinés à contenir le fluide sécrété par le testicule. Les parois en sont minces, recouvertes en dedans par une membrane muqueuse, et en dehors par une lame fibreuse : on ignore si la membrane intermédiaire est ou n'est pas contractile. L'extrémité antérieure de ces petites vessies communique avec les canaux déférens de l'urètre par l'intermédiaire d'un canal très-court et très-étroit, appelé *éjaculateur*.

M. Amussat vient de s'assurer, par une dissection attentive et délicate, que les vésicules sont formées par un canal étroit, d'une longueur assez considérable, et replié plusieurs fois sur lui-même en divers sens. Ses contours sont rendus fixes par des brides cellulaires, à la manière des vaisseaux spermifères.

Enfin, la *verge* ou *pénis* est au nombre des organes génitaux mâles. Elle est principalement formée par les *corps caverneux*, la *portion spongieuse de l'urètre*, et le *gland*.

Les *corps caverneux* déterminent en grande partie la forme et les dimensions de la verge; ils commencent sur la partie interne des branches de l'ischion, se rapprochent bientôt, et finissent par s'adosser pour former le corps de la verge. Ils sont séparés l'un de l'autre par une cloison fibreuse percée de beaucoup d'ouvertures. Ils ont une membrane extérieure fibreuse, dure, épaisse, et très-résistante. A leur intérieur, il existe un très-grand nombre de filamens, de lames entrecroisées en divers sens, et qui, par leur réunion, produisent une sorte d'éponge, au milieu de laquelle le sang est épanché. Ce tissu communique librement avec les veines, ainsi que j'en ai plusieurs fois acquis la preuve directe (1). L'urètre et le gland, qui font aussi partie essentielle de la verge, ont un parenchyme analogue, mais ils ne sont pas entourés d'une membrane fibreuse.

Six artères de rendent à la verge. Cette partie reçoit aussi plusieurs nerfs qui naissent des paires sacrées.

Les organes génitaux de l'homme ne constituent réellement qu'un appareil de sécrétion glandulaire, dont le testicule est la glande, les vésicules le réservoir, le conduit déférent et l'urètre le canal excréteur. Cette sécrétion est indispensable pour la génération.

On nomme *sperme* le fluide sécrété par les testicules. Le petit volume de ces glandes, le nombre et la ténuité des conduits spermifères, la petite quantité de sang qu'y apportent les artères spermatiques, la longueur et l'étroitesse extrême des canaux

---

(1) Pour bien voir cette communication du tissu caverneux de la verge avec les veines, j'insuffle et je fais sécher le pénis ; alors, au moyen de quelques coupes fort simples, on voit les veines faire suite immédiatement aux cellules caverneuses. Dans le cheval, la communication se fait par des ouvertures assez grandes pour contenir le doigt.

déférens, rendent probable que sa quantité est très-peu considérable, et qu'il ne se dirige vers les vésicules qu'avec une extrême lenteur. Il est probable aussi que la sécrétion du sperme se fait d'une manière continue, mais plus rapide si l'on éprouve des excitations voluptueuses, si l'on a fait usage de certains alimens, et si l'on répète souvent l'acte vénérien.

On conçoit assez difficilement comment la liqueur sécrétée par le testicule chemine à travers les canaux spermifères et l'épididyme, et comment elle parcourt de bas en haut le canal déférent. Peut-être y a-t-il dans ce canal un effet de capillarité que rend probable son étroitesse, ainsi que l'épaisseur et la résistance de ses parois. Il est un peu plus facile de comprendre comment le sperme, arrivé à l'extrémité du canal déférent, peut pénétrer dans les vésicules : les canaux éjaculateurs, embrassés avec le col de la vessie par les releveurs de l'anus, doivent résister à l'abord du liquide, qui trouve un plus libre accès dans le col de la vésicule spermatique.

Jamais le sperme n'a été analysé tel qu'il sort du testicule; le fluide qui a été étudié sous ce nom est formé par le sperme, le liquide sécrété par la membrane muqueuse des vésicules, celui de la glande prostate, et peut-être celui des glandes de Cowper.

Au moment où il sort de l'urètre, ce fluide mixte est composé de deux substances, l'une liquide, légèrement opaline, l'autre épaisse, presque opaque. Abandonnées à elles-mêmes, ces deux matières se mêlent, et se liquéfient en quelques minutes. L'odeur de sperme et forte, et *sui generis;* sa saveur et salée, et même un peu âcre. Vauquelin, qui l'a analysé, l'a trouvé composé de : eau, 900; mucilage animal, 60; soude, 10; phosphate de chaux, 30. Examiné au microscope, on y aperçoit une multitude innombrable d'animalcules, qui paraissent avoir une tête arrondie et une queue très-longue: ces êtres singuliers se meuvent avec une certaine rapidité; ils semblent fuir la lumière et se plaire davantage à l'ombre. Pour les voir, il suffit de faire une légère piqûre au testicule d'un animal en âge de féconder, de recueillir sur un porte-objet une parcelle du liquide qui s'écoule de la piqûre, de délayer avec de l'eau tiède, et de placer ensuite sous le microscope avec un faible grossissement. Ces animalcules n'existent que chez les individus aptes à la fécondation; les affections tristes (1), les maladies, les excès, les font disparaître : chez les animaux, on ne les trouve que durant le temps du rut. Les mulets, qui le plus souvent sont inféconds, n'en offrent point, bien qu'ils aient du sperme.

L'époque à laquelle commence la sécrétion du sperme est celle de la puberté; avant ce temps, les testicules forment un fluide visqueux transparent qui n'a jamais été analysé, mais qui, à en juger par l'apparence, diffère beaucoup du sperme. D'après des observations récentes, ce fluide ne contiendrait pas d'animalcules spermatiques.

Les modifications de l'économie qui arrivent à la même époque, telles que la mue de la voix, le développement des poils, l'accroissement des muscles et des os, etc., sont liés avec l'existence des testicules et au fluide qu'ils sécrètent. En effet, la soustraction de ces organes avant la puberté s'oppose à leur développement. Les eunuques conservent d'abord les formes de l'enfance; leur larynx ne s'accroît pas, leur menton ne se couvre point de poils, leur caractère reste timoré; plus tard ils se rapprochent beaucoup par leur physique et leur moral de la femme : cependant la plupart se plaisent dans le commerce de celles-ci, et se livrent même avec ardeur à un acte qui ne peut jamais tourner au profit de l'entretien de l'espèce.

Dans l'état de santé, pour que l'émission du sperme puisse avoir lieu, le tissu spongieux de la verge doit être distendu en tous sens, durci, plus chaud, en un mot,

---

(1) M. Bory-Saint-Vincent a en vain cherché ces animalcules sur deux individus jeunes et vigoureux qui avaient subi la peine capitale; il les a trouvés, au contraire, sur des militaires tués par le boulet.

être en *érection*. Dans cet état, tout annonce que le sang arrive en grande abondance à la verge, ses artères grossies battent avec plus de force; tout annonce aussi qu'il en sort avec plus de difficulté, ses veines sont gonflées, et la température est sensiblement augmentée. Ces divers phénomènes sont évidemment sous l'influence du système nerveux.

Diverses explications ont été proposées pour l'érection. Elle a été rapportée tantôt à la compression des veines honteuses ou des corps caverneux par les muscles intrinsèques de la verge, tantôt à la constriction des veines par l'influence nerveuse, etc.; de ces explications, celle qui attribue l'érection à la compression des veines du pénis paraît la plus probable. Les principales veines sont disposées de manière à être comprimées au moment où elles rentrent dans le bas-ventre, tandis que rien ne peut produire un semblable effet sur les artères. Pour m'assurer de l'influence de la compression des veines sur le gonflement du pénis, j'ai lié, sur un chien, les deux grosses veines qui marchent sur la partie supérieure du corps caverneux, et sur-le-champ le pénis s'est gonflé, et est entré dans une sorte d'érection; mais comme les deux vaisseaux liés ne sont pas les seules veines du pénis du chien, on ne peut rien affirmer de cette expérience, qui montre cependant l'influence de la compression des veines sur l'état du pénis.

Quoi qu'il en soit, l'érection est amenée par plusieurs causes très-différentes, telles que des excitations mécaniques, les désirs vénériens, la plénitude des vésicules, l'usage de certains alimens, de quelques médicamens, et même de quelques poisons: elle est encore excitée par plusieurs maladies, la flagellation, etc. De toutes ces causes, l'imagination est celle dont l'effet est le plus rapide. Parmi les phénomènes de l'érection, l'un des plus remarquables est sans doute la promptitude avec laquelle elle se reproduit ou cesse dans certains cas.

Ordinairement l'érection est accompagnée de l'écoulement d'un liquide visqueux, qu'on dit venir de la prostate.

Les circonstances qui amènent l'excrétion du sperme, ainsi que la sensation voluptueuse qui l'accompagne, sont connues; le mécanisme même de son évacuation l'est beaucoup moins. Les vésicules se vident-elles en tout ou en partie dans le moment de l'éjaculation? Est-ce leur tunique moyenne qui se contracte, ou bien sont-elles comprimées par quelques autres causes? Les faisceaux musculaires (1) qui, de l'orifice des uretères, se portent à la crête urétrale, y concourent-ils? Le muscle releveur de l'anus doit-il être relâché à cet instant? Est-ce le contact du sperme sur la partie membraneuse ou spongieuse qui excite la sensation qui accompagne son expulsion? etc. Nous ne savons rien de positif sur ces diverses questions.

Organes génitaux de la femme.

Les *ovaires*, les *trompes*, l'*utérus* ou la *matrice*, et le *vagin*, tels sont les organes qui servent essentiellement à la génération chez la femme.

Depuis Stenon, on donne le nom d'*ovaires* à deux petits corps situés dans l'excavation du bassin, sur les côtés de l'utérus. Chaque ovaire est formé par une membrane extérieure fibreuse, et à l'intérieur par un tissu cellulaire particulier, au milieu duquel se trouvent quinze ou vingt vésicules, dont ordinairement plusieurs sont plus volumineuses que les autres, et correspondent par un de leurs côtés à la membrane extérieure, qui est plus mince à cet endroit. Ces vésicules contiennent les rudimens du germe, et sont ainsi pour la femme ce que les œufs sont pour les oiseaux, les reptiles et les poissons. Elles sont formées par deux enveloppes membraneuses, et

---

(1) Décrits par M. Charles Bell.

par un fluide qui se prend en masse et durcit comme l'albumine; mais chaque vésicule est-elle un œuf, ou bien n'est-elle, comme le pense M. de Baer de Kœnigsberg, que la loge temporaire du véritable œuf? Voilà ce qui n'est point encore éclairci.

Le défaut de développement des ovaires, qui arrive quelquefois chez la femme, exerce sur l'ensemble de l'économie une influence non semblable, mais analogue à celle de la soustraction des testicules. La femme stérile par cette cause a ordinairement les formes masculines : son menton et le pourtour de sa bouche sont garnis de poils; ses goûts et son caractère se rapprochent de celui de l'homme; sa voix est grave et sonore; son clitoris a souvent une étendue considérable. Dans cette espèce de femme incomplète, nommée souvent *virago*, se rencontre un penchant qui ne devrait se trouver que chez l'homme, et que les mœurs réprouvent, mais qui n'en est pas moins remarquable sous le point de vue physiologique.

Les *trompes de Fallope* ou *utérines* sont deux canaux étroits qui, l'un à droite, l'autre à gauche, établissent une communication entre l'ovaire et la matrice. Elles sont évasées et frangées par leur extrémité externe, étroites et arrondies dans le reste de leur étendue. Leur tissu, surtout du côté de l'utérus, a de l'analogie avec celui du canal déférent.

Dans l'excavation du bassin, devant le rectum et derrière la vessie, se trouve la *matrice*, organe pyriforme peu volumineux dans l'état ordinaire, mais destiné à éprouver une extension considérable pendant la grossesse. On distingue dans la matrice le *corps*, qui est supérieur; le *col*, qui est inférieur, et embrassé par le vagin, enfin une cavité, laquelle a trois orifices, deux supérieurs, qui correspondent aux trompes, et un inférieur, qui communique dans le vagin.

Le tissu propre de l'utérus est seul de son genre dans l'économie animale; il a cependant quelque analogie avec celui du cœur : sa structure est inextricable dans l'état ordinaire; elle est plus facile à étudier dans la grossesse avancée : deux prolongemens de ce tissu se rendent, sous le nom de *ligamens ronds*, aux anneaux inguinaux, et se répandent dans le côté externe des grandes lèvres; une grande partie de la surface externe de l'utérus est recouverte par le péritoine, qui forme autour de cet organe plusieurs replis remarquables. La face interne n'est recouverte par aucune membrane. En regardant cette surface avec une forte loupe, on y aperçoit une multitude de petites ouvertures, dont les unes, moins nombreuses et plus grosses, appartiennent aux veines, et les autres, bien plus multipliées mais presque imperceptibles, paraissent propres aux artères.

Les artères de l'utérus sont flexueuses et très-considérables, relativement à son volume : les veines sont aussi multipliées et volumineuses; elles forment dans l'épaisseur de son tissu ce que les anatomistes ont improprement nommé *sinus utérins*: les nerfs sont moins nombreux et viennent du plexus hypogastrique.

La cavité de l'utérus communique au dehors par le *vagin*, canal membraneux placé à peu près verticalement dans le petit bassin. Sa longueur est de six à sept pouces; sa largeur est variable, suivant que la femme a fait ou non des enfans. Sa face interne présente, surtout inférieurement, un grand nombre de plis transversaux qui permettent dans la grossesse au vagin de s'alonger. Dans la femme vierge, son extrémité inférieure est garnie par l'*hymen*, membrane mince, en forme de croissant, qui en ferme en grande partie l'entrée.

Des fibres grisâtres, entrecroisées en tous sens, assez analogues à celles de la matrice, composent le tissu du vagin. En bas, il est entouré par de nombreuses veines qui ont l'aspect du tissu des corps caverneux, et qui forment le *plexus rétiforme*. On croit cette partie du vagin susceptible d'érection. Toute la surface interne de cet organe est revêtue par une membrane muqueuse, qui contient beaucoup de follicules muqueux et sébacés.

Les parties génitales externes de la femme comprennent les *grandes* et les *petites lèvres*, replis destinés à s'effacer pendant l'accouchement, et le *clitoris*, espèce de petit pénis imperforé, composé de deux corps caverneux, et d'une sorte de gland recou-

vert d'un prépuce. Cette partie jouit d'une grande sensibilité et d'une érection semblable à celle de la verge.

De la menstruation.

Dans le plus grand nombre des femmes, l'aptitude à la génération ou la fécondité est marquée par un écoulement sanguin, périodique, qui a lieu par la face interne de la matrice, et qui est une véritable exhalation sanguine; il porte les noms de *règles*, de *menstrues*, de *menstruation*, etc., parce qu'il revient assez régulièrement tous les mois. Cependant bien des femmes ont leurs règles tous les quinze jours, d'autres tous les deux mois, d'autres à des époques qui n'ont rien de fixe, d'autres enfin ne sont jamais réglées.

Quelques signes particuliers, tels qu'un sentiment de pesanteur dans les lombes, de lassitude dans les membres, de picotement, de douleur dans les mamelles, annoncent l'approche des règles. Cette apparition est quelquefois marquée par des accidens beaucoup plus graves; d'autres fois l'écoulement s'établit brusquement sans aucun indice précurseur.

La durée totale de l'écoulement, son mode, la quantité de sang exhalée, la couleur, la consistance de ce sang, ne sont pas moins variables. Chez quelques femmes, la quantité du sang menstruel est considérable, s'élève à plusieurs livres; les règles durent huit ou dix jours sans discontinuer; le sang a toutes les qualités artérielles : chez d'autres, à peine sort-il quelques gouttes d'un sang tantôt aqueux et dépourvu de fibrine, et qui, d'autres fois, a toutes les apparences de sang veineux; l'écoulement dure à peine un jour, ou se suspend à diverses reprises.

Tant que dure la menstruation, les femmes sont d'une susceptibilité extrême; le moindre bruit les effraie, la moindre contrariété les affecte, elles sont plus irascibles.

La régularité ou l'irrégularité du retour des règles, la nature et la quantité du sang évacué, la durée de l'évacuation, sont étroitement liées avec l'état de santé ou de maladie de la femme, et méritent toute l'attention du médecin.

On s'est assuré, par l'ouverture de cadavres de femmes mortes pendant l'époque de leurs règles, que le sang s'échappe de la face interne de la matrice, dont les vaisseaux ont été trouvés rouges et remplis de sang, qu'il était facile de faire couler dans la cavité de l'organe par une légère pression.

Quoique presque toujours l'écoulement menstruel se fasse par l'utérus, cet organe n'est cependant pas exclusivement destiné à le produire : souvent des femmes ont été réglées par la membrane muqueuse du gros intestin, de l'estomac, du poumon, de l'œil, etc. Les divers points de la peau donnent aussi quelquefois issue au sang des règles : ainsi on a vu le sang sortir tous les mois par un ou plusieurs doigts, par la joue, la peau de l'abdomen, etc.

Croirait-on que des auteurs estimés se sont occupés de trouver la cause immédiate des règles, et qu'elles aient été attribuées à l'influence de la lune, à la position verticale de la femme, à sa nourriture trop abondante, etc. ?

L'époque à laquelle se fait la première menstruation arrive, dans nos climats, vers treize à quatorze ans; elle est plus tardive dans le nord et plus précoce dans les pays chauds. Dans les régions équatoriales, les filles sont souvent nubiles à sept ou huit ans. Vers cinquante ans, plus tard dans le nord, plus tôt dans les pays chauds, les règles cessent, et avec elles finit l'aptitude à la génération. Cette époque, nommée *âge de retour*, *temps critique*, est quelquefois marquée par le développement de maladies graves. Mais il a été récemment reconnu, par des relevés de mortalité faits avec beaucoup de soin par M. Benoiston de Château-Neuf, que cette époque de la vie, loin de leur être fatale, comme on l'a cru long-temps, est au contraire un temps où la mort semble les ménager, pour porter ses rigueurs sur les hommes.

Ce que nous venons de dire sur la menstruation souffre de nombreuses exceptions.

Des jeunes filles ont quelquefois conçu avant d'être réglées; des femmes, chez qui les règles avaient cessé à l'époque ordinaire, les ont vues reparaître, et sont devenues mères; enfin, des femmes chez qui la menstruation ne s'est jamais montrée n'en ont pas été moins fécondes.

Copulation et fécondation.

Nous avons dit quels sentimens instinctifs protègent notre existence individuelle; un sentiment de la même nature, mais plus vif et plus impérieux parce que sa fin est plus importante, assure la conservation de l'espèce en portant les sexes à se rapprocher et à se livrer à la copulation. Le rôle de l'homme, dans l'acte reproducteur, consiste à déposer le sperme dans la cavité du vagin plus ou moins près de l'orifice de l'utérus. La part qu'y prend la femme est beaucoup plus obscure; un grand nombre ressentent à cet instant des sensations voluptueuses très-vives; d'autres y paraissent tout-à-fait insensibles, et quelques-unes, enfin, n'éprouvent qu'un sentiment pénible et douloureux. Il en est qui répandent une mucosité abondante au moment où le plaisir est le plus vif, tandis que la plupart n'offrent rien de semblable. Sous tous ces rapports, il n'y a peut-être pas deux femmes qui se ressemblent entièrement.

Ces divers phénomènes sont communs aux copulations les plus fréquentes, c'est-à-dire qui ne sont point fécondantes, et à celles qui sont suivies de la fécondation. Que se passe-t-il de plus dans ces dernières?

S'il faut en croire les ouvrages de physiologie les plus récens (1), la matrice s'entr'ouvre, aspire le sperme et le dirige jusqu'à l'ovaire au moyen des trompes, dont l'extrémité frangée embrasse étroitement cet organe. Le contact du sperme détermine la rupture d'une des vésicules, et le fluide qui en sort, ou la vésicule elle-même, passe dans l'utérus, où se développera le nouvel individu.

Quelque satisfaisante que paraisse cette explication, il faut pourtant se garder de l'admettre; car elle est purement hypothétique et même contraire aux expériences des observateurs les plus exacts.

Dans les nombreuses tentatives faites sur les animaux par Harvey, de Graaf, Valisnieri, etc., jamais le sperme n'a été aperçu, même dans la cavité de l'utérus, encore moins a-t-il été vu dans la trompe, à la surface de l'ovaire. Il en est de même du mouvement par lequel la trompe embrasserait la circonférence de l'ovaire; jamais il n'a été reconnu par l'expérience. Quand même on supposerait que le sperme pénètre dans l'utérus au moment du coït, ce qui n'est pas impossible, quoiqu'on ne l'ait point observé, il serait encore très-difficile de comprendre comment le fluide passerait dans les trompes et arriverait à l'ovaire. La matrice, à l'état de vacuité, n'est point contractile, l'orifice utérin des trompes est d'une étroitesse extrême, et ces conduits n'ont aucun mouvement sensible connu.

C'est à cause de la difficulté de concevoir le transport du sperme à l'ovaire que quelques auteurs ont imaginé que ce n'était pas cette matière qui y était portée, mais seulement la vapeur qui s'en exhale, ou l'*aura seminalis*. D'autres pensent que le sperme est absorbé dans le vagin, passe dans le système veineux, et arrive aux ovaires par les artères (2). Les phénomènes qui accompagnent la fécondation de la femme sont donc à peu près inconnus. Une obscurité pareille règne sur la féconda-

---

(1) Je passe sous silence les systèmes des anciens et des modernes sur la génération; à quoi bon surcharger l'esprit de ces brillantes rêveries, qui nuisent plus qu'on ne pense aux progrès de la science.

(2) Si cette idée a quelque fondement, une femelle pourrait être fécondée par l'injection du sperme dans les veines. Cette expérience serait curieuse à tenter.

tion des autres femelles mammifères. Cependant, chez celles-ci, il serait plus facile de concevoir le passage du sperme aux ovaires, puisque l'utérus et les trompes sont doués d'un mouvement péristaltique semblable à celui des intestins.

Toutefois la fécondation chez les poissons et les reptiles, se faisant par le contact du sperme avec les œufs, il n'est guère présumable que la nature emploie un autre mode pour les mammifères et les oiseaux ; il faut donc considérer comme très-probable que le sperme parvient, soit à l'instant même du coït, soit plus ou moins long-temps après, jusqu'à l'ovaire, où il porte plus spécialement son action sur une ou plusieurs vésicules.

Mais quand il serait hors de doute que le sperme arrive jusqu'aux vésicules de l'ovaire, il resterait encore à savoir comment son contact anime le germe qu'elle contient. Or, nos sens, notre esprit même, n'ont aucune prise sur un tel phénomène : c'est un de ces mystères impénétrables dont nous sommes et dont nous serons peut-être toujours environnés (1).

Nous avons pourtant sur ce sujet des expériences très-ingénieuses de Spallanzani, qui ont reculé la difficulté aussi loin qu'elle semble pouvoir l'être. Ce savant a constaté, par un grand nombre d'essais; 1° que trois grains de sperme dissous dans deux livres d'eau, suffisent pour donner à celle-ci la vertu fécondante; 2° que les animalcules spermatiques ne sont point nécessaires à la fécondation, comme beaucoup d'auteurs, et en dernier lieu Buffon, l'avaient pensé ; 3° que la vapeur du sperme n'a aucune propriété fécondante; 4° que l'on peut féconder une chienne en injectant du sperme dans son vagin avec une seringue, etc. (2).

Il faut aussi considérer comme conjectural ce que disent les auteurs sur des signes généraux de la fécondation. Au moment même de la conception la femme éprouve, dit-on, un tressaillement universel, accompagné d'une sensation voluptueuse qui se prolonge quelque temps ; les traits se décomposent, les yeux perdent leur brillant, les pupilles se dilatent, le visage est pâle, etc. Sans doute la fécondation est quelquefois accompagnée de ces signes ; mais combien de mères ne les ont jamais éprouvés, et parviennent jusqu'au troisième mois de leur grossesse sans soupçonner leur état.

On a des notions plus exactes sur les changemens qui se passent dans l'ovaire après la fécondation. Tous les bons observateurs ont décrit un corps de couleur jaunâtre qui se développe dans le tissu de l'ovaire chez les femelles fécondées, et qui, d'abord assez volumineux, va en diminuant de dimension à mesure que la grossesse avance; mais ces phénomènes appartiennent à l'histoire de la gestation, dont nous allons nous occuper.

Grossesse ou gestation.

Le temps qui s'écoule depuis le moment de la fécondation jusqu'à l'accouchement est appelé *grossesse* ou *gestation;* il est ordinairement de neuf mois, ou deux cent soixante-dix jours : tout ce temps est employé au développement des organes du nouvel individu.

---

(1) La même obscurité environne ce qui regarde la ressemblance physique et morale du père ou de la mère avec les enfans, la transmission des maladies héréditaires, le sexe du nouvel individu, etc.

(2) D'après des expériences de MM. Prévôt et Dumas, les animalcules seraient indispensables pour la fécondation; ils parviendraient jusqu'à la partie supérieure de l'utérus, mais n'entreraient point dans les trompes; un très-petit grain contenu dans la vésicule de l'ovaire en sortirait au moment où celle-ci se déchire, c'est-à-dire quelques jours après le coït; ce grain, déjà signalé par de Graaff, descendrait dans la trompe, et viendrait rencontrer les animalcules, qui le féconderaient plusieurs jours après le rapprochement des sexes. Ce corpuscule, dont l'existence n'est rien moins que démontrée, a été l'objet de recherches curieuses de M. le docteur Ch. E. de Baer. Voyez *Lettre sur la formation de l'œuf dans l'espèce humaine et les mammifères*. Paris, 1829.

Pour prendre des notions exactes sur la grossesse, il faut étudier successivement les phénomènes qui se passent dans l'ovaire après la fécondation, ceux qui ont lieu dans la trompe, ceux qui appartiennent à l'utérus et à ses annexes, ceux qui se voient dans l'économie entière, et enfin ceux qui sont particuliers au fœtus.

Phénomènes qui suivent la fécondation dans l'ovaire.

Malgré les nombreux travaux des anatomistes et des physiologistes sur les changemens qui ont lieu dans l'ovaire après la fécondation, on est encore loin d'être suffisamment instruit à cet égard.

La difficulté consiste à savoir ce qui se détache de l'ovaire pour passer dans l'utérus : les uns disent avoir vu une des petites vésicules se détacher de l'ovaire et passer dans la trompe, et les autres soutiennent n'avoir jamais rien observé de semblable; mais que peu après la fécondation l'une des vésicules de l'ovaire se rompt, et qu'il s'en échappe avec le liquide contenu un très-petit corps globuleux visible seulement au microscope; cette molécule serait le véritable œuf. La vésicule elle-même serait l'*œuf de l'œuf,* ou, dans le langage figuré de vogue en Allemagne, l'*œuf élevé à la seconde puissance.* Je vais dire ce que mes observations sur des animaux (chiens, brebis, lapins) m'ont appris relativement à cette question délicate (1).

Vingt-quatre ou trente heures après un coït fécondant, les vésicules de l'ovaire qui étaient déjà les plus développées augmentent encore sensiblement de volume; le tissu de l'ovaire qui les environne devient plus consistant; il change de couleur et devient gris jaunâtre.

Ainsi modifié, le tissu de l'ovaire prend le nom de corps jaune, *corpus luteum.* La vésicule continue de grossir les deuxième, troisième et quatrième jours. Le corps jaune croît dans la même proportion à cette époque; il contient dans ses aréoles *un liquide blanc opaque,* analogue au lait pour l'apparence. Au-delà de ce terme, la vésicule rompt la tunique externe de l'ovaire qui la revêtait et se porte à sa surface, où elle adhère cependant par un de ses côtés. J'ai vu sur des chiennes des vésicules ainsi sorties de l'ovaire, et qui avaient le volume d'une noisette ordinaire. A cet état, elles ne présentent rien à leur intérieur, du moins à l'œil nu, qui puisse être considéré comme un germe; leur surface est lisse; le liquide qu'elles contiennent ne se prend plus en masse, comme cela arrive avant la fécondation.

Après la sortie de l'œuf, le corps jaune reste dans l'ovaire; il offre dans son centre une cavité d'autant plus grande qu'on est plus près de l'époque de la conception. Cette cavité n'est point tapissée par une membrane; ce qui arriverait si la vésicule qui y logeait s'était simplement rompue pour laisser écouler son contenu; elle diminue ainsi que le corps jaune lui-même à mesure que l'époque de la fécondation s'éloigne; mais la diminution de celui-ci est très-lente, et souvent l'ovaire contient ceux des fécondations précédentes, ce qui en a imposé plusieurs fois aux observateurs.

Ainsi, d'après mes observations, les premiers effets de la fécondation se passent dans l'ovaire et consistent dans le développement d'une ou plusieurs vésicules, et

---

(1) Le point difficile de ce genre de recherches est de savoir si la femelle soumise à l'expérience est ou non fécondée. Or rien n'est, en général, plus incertain; on saura peut-être que tel jour, à telle heure, elle a souffert les approches du mâle; mais les avait-elle déjà souffertes, les a-t-elle reçues depuis? Il ne faut s'en rapporter à personne, et surveiller tout soi-même.

Les animaux qui pourraient fournir des renseignemens précieux seraient sans doute ceux qui, comme la jument et la vache, ont des vésicules presque aussi volumineuses que des œufs de poule. Mais le moyen de faire des essais sur ces animaux! Il faudrait, pour de telles expériences, le dévouement d'un riche agriculteur, encore toutes les grandes difficultés ne seraient-elles pas levées; il faudrait surtout une persévérance et un désintéressement bien rares dans les travaux scientifiques de nos jours.

d'autant de corps jaunes. Quelquefois on trouve après le coït des vésicules qui sont remplies de sang : dirons-nous qu'elles semblent avoir été trop fortement ébranlées par le sperme; mais c'est là une simple supposition, que rien ne justifie. Il paraît aussi que dans certains cas la vésicule d'un ou plusieurs corps jaunes disparaît au lieu de se développer; car il n'est pas rare de trouver plus de corps jaunes dans l'ovaire que de vésicules à sa surface.

Action de la trompe.

Parmi les vésicules ou œufs attachés à la surface de l'ovaire, il y en a ordinairement un qui adhère à l'orifice évasé et muqueux de celle-ci, dont le tissu est d'ailleurs ramolli et gorgé de sang, et présente un mouvement péristaltique évident. Je ne me rappelle pas si j'ai aperçu la vésicule dans la trompe; mais j'ai vu plusieurs fois sur des chiennes une vésicule descendue jusqu'à la partie la plus inférieure de la corne de l'utérus, tandis qu'une autre avait déjà contracté des adhérences avec l'extrémité de la trompe. A cet instant, le corps de celle-ci était élargi au point d'avoir près d'un demi-pouce de diamètre : il avait par conséquent bien assez de largeur pour laisser passer des vésicules du volume de celle qui était descendue dans l'utérus.

Le moment où les vésicules passent à travers la trompe paraît variable suivant les espèces. Dans les lapines, il paraît se faire du troisième au quatrième jour ; dans les chiennes, du sixième au huitième. Il est probable qu'il est encore plus tardif dans les femmes, et qu'il ne se fait guère avant le huitième ou dixième. Il existe plusieurs exemples où le produit de la fécondation a été rendu par un avortement le douzième jour de la grossesse : ce sont en général de petites vésicules de la grosseur d'un pois, légèrement tomenteuses à la surface, et pleines d'un fluide transparent.

Les appendices vasculaires par lesquels la trompe se termine dans l'espèce humaine ont probablement pour usage de contracter des adhérences avec la vésicule qui se détache de l'ovaire, et de verser sur elles un fluide qui favorise son développement. Après le passage de celles-ci, la trompe se resserre et reprend son étroitesse ordinaire.

Arrivé dans la cavité de l'utérus, l'œuf s'unit intimement avec la surface intérieure de cet organe; il y puise les matériaux nécessaires à son accroissement, et y acquiert un volume considérable. L'utérus se prête à cet accroissement, change de forme, de position, etc.

Changemens de l'utérus dans la grossesse.

Durant les trois premiers mois de la grossesse, le développement de l'utérus est peu considérable, et se fait dans l'excavation du bassin, mais dans le quatrième l'organe croît plus rapidement, et bientôt il ne peut plus être contenu dans cette cavité, il s'élève et vient se loger dans l'hypogastre. L'organe continue de croître en tous sens pendant les cinq, six, sept et huitième mois; il occupe un espace de plus en plus considérable dans l'abdomen, comprime et déplace les organes circonvoisins, refoule les intestins dans les flancs et les régions iliaques. A la fin du huitième mois il remplit presque à lui seul les régions hypogastrique et ombilicale, son fond approche de la région épigastrique; passé cette époque, le fond baisse et se rapproche de l'ombilic.

Le col de l'utérus éprouve peu de changemens dans les sept premiers mois de la gestation, et l'organe conserve durant ce temps une figure conoïde; mais alors le col diminue de longueur, s'entr'ouvre, et finit par s'effacer presque entièrement : alors la matrice a une forme ovoïde prononcée, et son volume est, selon Haller, près de douze fois plus considérable que dans l'état de vacuité.

Il est impossible que l'utérus change ainsi de forme, de volume et de situation

sans que ses rapports avec ses annexes ne soient modifiés ; en effet, les lames péritonéales qui forment les ligamens larges s'écartent, le vagin est alongé dans le sens de sa longueur. Les ovaires, retenus par leurs artères et leurs veines, ne peuvent point s'élever avec le fond de l'utérus; ils sont appliqués, ainsi que les trompes, sur ses parties latérales. Les ligamens ronds se prêtent à son élévation, autant que le permet leur longueur ; ensuite ils y mettent plus ou moins d'obstacle, et tendent à porter le fond de l'utérus en avant, ce qui doit avoir un effet avantageux pour la circulation abdominale, en diminuant la compression des gros vaisseaux. Les parois abdominales éprouvent une extension considérable; de là les vergetures qui se voient sur l'abdomen des femmes qui ont eu plusieurs enfans.

A mesure que l'utérus se développe, son tissu perd de sa consistance ; il prend une couleur rouge assez foncée et une disposition spongieuse; sa structure fibreuse devient plus évidente. On y voit à l'extérieur des fibres longitudinales, qui, du fond, se rendent au col, où elles sont coupées à angle droit par des fibres circulaires. Au-dessous de cette couche, le tissu de l'utérus présente un entrelacement inextricable de fibres où l'on ne peut distinguer aucun arrangement régulier; dans cet état l'organe paraît doué d'une contractilité spéciale qui semble n'avoir aucun analogue dans l'organisme. Chez les animaux, l'utérus avant et pendant la gestation offre une contractilité semblable au mouvement péristaltique des instestins.

Mais l'un des phénomènes les plus curieux que présente l'utérus, après la fécondation, se passe dans sa cavité.

Dès que le sperme a produit sur l'ovaire l'importante transformation de la vésicule non fécondée en vésicule fécondée, la face interne de l'utérus devient le siége d'une sécrétion propre à l'organe, et qui paraît indispensable au développement de l'œuf à l'état normal.

Une matière coagulable, sans doute analogue à l'albumine, se dépose dans la cavité, et y forme bientôt une sorte de sac sans ouverture qui en tapisse les parois et s'introduit même plus ou moins haut dans l'intérieur des trompes utérines. Formant d'abord une masse visqueuse, elle se sépare, par une sorte d'organisation spontanée, analogue à celle de la lymphe qui se prend en masse; elle se sépare, dis-je, en deux parties, l'une solide, celluleuse, spongieuse, qui adhère à l'utérus, et l'autre liquide, qui occupe le centre de l'espèce de sac formé par la partie solide.

Cette couche, qui a été vue d'abord par W. Hunter, et qui a été nommée par lui *membrane caduque*, existe pendant toute la durée de la gestation; elle n'est donc point caduque, ainsi que le croyait Hunter. M. Breschet la nomme *périone*, M. Velpeau *anhiste;* le premier ayant égard à sa situation, le second à sa structure.

Des deux faces de cette pseudo-membrane, l'une est, nous l'avons déjà dit, adhérente à la surface de la cavité utérine; l'autre, qui est interne, et qui correspond au liquide, est lisse et comme tapissée, selon M. Velpeau, d'une pellicule extrêmement fine (1).

Le liquide central n'a jamais été analysé ; il est, selon M. Velpeau, parfois tout-à-fait limpide, le plus souvent rougeâtre, semblable à du blanc d'œuf. M. Breschet le nomme *hydro-périone;* selon ce savant, il est limpide dans les premiers temps, incolore, muqueux ou légèrement albumineux; plus tard il est un peu lactiforme, et quelquefois il ressemble à une émulsion légère unie à du mucilage, et d'un blanc faiblement rose (2).

Ce liquide, d'abord peu abondant, augmente à mesure que l'utérus se développe; alors sa quantité, selon M. Breschet, peut s'élever à plusieurs onces; mais dès que

---

(1) *Ovologie humaine*, Bruxelles, 1833.
(2) *Études sur l'OEuf dans l'espèce humaine*, Mémoires de l'Académie royale de Médecine, 1832.

l'œuf prend un certain accroissement dans la cavité utérine, sa quantité diminue graduellement, et il finit par disparaître entièrement, quand l'œuf a acquis quelque développement. C'est donc à ce liquide que la qualification de caduc devrait appartenir, et non à son enveloppe membraniforme, qui persiste, avons-nous déjà dit, pendant toute la durée de la grossesse.

Il n'y a rien de certain encore sur le genre d'organisation de la *pseudo-membrane intra-utérine*. M. Breschet est tenté de la regarder comme douée de l'organisation et de la vie ; mais il ne l'affirme cependant pas, et surtout il n'en donne aucune preuve satisfaisante. M. Velpeau pense qu'elle n'est qu'une simple exhalation non organisée : de là le nom d'anhiste qu'il lui a donné.

Nous examinerons plus loin le rôle curieux que remplit cette production utérine dans les premiers temps de la descente de l'œuf dans l'utérus. Mais avant cette époque, elle paraît avoir pour usage de fermer les orifices de la cavité utérine, et surtout, dit M. Breschet (ouvrage cité), d'empêcher l'écoulement du liquide qui se dépose peu à peu dans la cavité de cette nouvelle membrane.

Son liquide central paraît concourir à la dilatation lente, graduée et régulière de la cavité de l'utérus, de préparer à l'ovule un séjour convenable dans la cavité utérine, et probablement de lui fournir les premiers élémens nutritifs.

Les changemens qui arrivent dans le volume et la structure de l'utérus pendant la durée de la gestation nécessitent des modifications dans sa circulation. En effet, les artères subissent une dilatation très-considérable; les veines grossissent aussi beaucoup, elles forment dans le parenchyme de l'organe ce qu'on a improprement nommé les *sinus utérins;* les vaisseaux lymphatiques deviennent aussi très-volumineux. Il est évident que la quantité de sang qui traverse l'utérus dans un temps donné est en rapport avec les changemens qu'il a éprouvés et les nouvelles fonctions qu'il est appelé à remplir.

Phénomènes généraux de la grossesse.

Tandis que ces phénomènes se passent dans l'utérus, d'importantes modifications arrivent dans les fonctions de la mère, et commencent souvent à se manifester immédiatement après la fécondation.

La femme qui a conçu ne voit plus d'écoulement menstruel reparaître; ses mamelles se gonflent; si elle allaite, son lait devient séreux et cesse d'être profitable à l'enfant; ses paupières sont gonflées et bleuâtres; le visage est décoloré; la transpiration prend une odeur particulière ; une pâleur générale se montre, et avec elle des dégoûts pour la plupart des alimens, qui coïncident quelquefois avec des appétits bizarres; des nausées continuelles, de violens maux de tête, se font sentir et sont suivis de vomissemens très-fatigans; l'abdomen devient d'une sensibilité extrême, s'aplatit d'abord pour se gonfler ensuite; quelques femmes perdent le sommeil, et cependant ne peuvent quitter le lit sans une extrême fatigue; en revanche, des femmes délicates, valétudinaires, voient leur santé devenir prospère : souvent des maladies graves sont arrêtées dans leur cours, et ne reprennent leur marche qu'après l'accouchement, etc.

En général, chez les femmes enceintes, les facultés intellectuelles sont affaiblies; elles s'affectent sans raison; les événemens les plus ordinaires leur causent des impressions profondes et presque toujours tristes ; de là la nécessité des soins de tous genres dont la femme doit être l'objet, et la tendre sollicitude qu'elle inspire à chacun.

A ces différens accidens, qu'il est impossible d'expliquer, se joignent des phénomènes qui tiennent évidemment à l'augmentation du volume de l'utérus : tels que des crampes dans les membres inférieurs, le gonflement des veines superficielles des cuisses et des jambes, un sentiment d'engourdissement, de fourmillement né de la gêne qu'éprouve la circulation. Dans les derniers temps de la grossesse, la vessie et le rectum étant fortement comprimés, les envies d'uriner et d'aller à la garde-robe sont fréquentes.

Ne joignons pas à ces phénomènes, dont l'existence est certaine, des suppositions dénuées de fondement : telles, par exemple, que les fractures des femmes enceintes guérissent plus difficilement que celles des autres femmes : l'expérience prouve directement le contraire.

Arrivée de l'œuf dans l'utérus.

Nous avons dit à l'article de l'action de la trompe utérine, que l'on ne sait rien de positif sur le moment où la vésicule de l'ovaire traverse ce canal, ni sur le mode de son transport; est-ce par la contraction péristaltique du tissu de la trompe? est-ce un résultat de la pression abdominale? est-ce par des adhésions successives? Nous l'ignorons.

Toutefois le petit corps ovoïde arrive à l'extrémité de la trompe, où il rencontre la membrane caduque; mais, au lieu de s'engager dans sa cavité, ainsi que le croyait W. Hunter, et depuis lui beaucoup de physiologistes, l'œuf glisse entre la caduque et l'utérus en déprimant légèrement celle-ci, ou même en se logeant dans son épaisseur, selon M. Breschet.

Le point où il s'arrête est variable, mais la raison en est ignorée; quelquefois il stationne au voisinage de l'orifice tubaire, et d'autres fois il se fixe à la partie la plus déclive de la cavité utérine, et jusque sur les bords de l'ouverture du col.

Il est facile de comprendre, durant cette période de la grossesse, de quelle utilité est la membrane périone ou caduque; elle soutient mollement l'ovule et le maintient appliqué contre les parois de la matrice, où il doit bientôt contracter des adhérences intimes.

Développement de l'œuf dans l'utérus.

Dans les premiers momens du séjour de l'œuf dans l'utérus, son volume est à peu près celui qu'il avait en abandonnant l'ovaire; bientôt ses dimensions augmentent; il se couvre de filamens longs d'environ une ligne, qui se ramifient à la manière des vaisseaux sanguins, et qui s'implantent dans la membrane caduque. Dans le troisième mois on ne les aperçoit plus que d'un seul côté de l'œuf, les autres ont à peu près disparu; mais ceux qui restent ont acquis plus d'étendue, de grosseur et de consistance, et se sont implantés profondément dans la paroi utérine. Dans le reste de sa surface, l'œuf ne présente qu'une couche molle tomenteuse, nommée *caduque réfléchie,* et dont nous allons expliquer la formation.

L'ovule qui descend de l'ovaire ne déplace la caduque que dans un espace très-limité; mais à mesure que son volume s'accroît, il repousse et détache de la paroi utérine une plus grande étendue de la membrane qui revêt alors une de ses faces. La partie ainsi détachée et repoussée fait saillie dans la cavité centrale occupée par le liquide périone, et cette proéminence est d'autant plus grande et la cavité d'autant plus rétrécie, que les dimensions de l'œuf deviennent plus considérables. Il arrive même un moment vers le troisième mois de la gestation où la saillie de l'œuf, revêtue de la caduque, vient rencontrer la concavité de la membrane restée attachée aux parois utérines. Il est inutile d'ajouter qu'à dater de ce moment le liquide central a disparu, puisque l'espace qu'il occupait est rempli par l'œuf lui-même.

C'est à cette partie du corps membraniforme intra-utérin que les anatomistes, et particulièrement Hunter, ont donné le nom de caduque réfléchie; mais ils ignoraient le véritable mécanisme de sa formation.

Recouvrant ainsi l'œuf sans le contenir, la caduque a été comparée à une membrane séreuse, mais seulement quant à sa disposition anatomique.

Il ne paraît pas que jamais les deux feuillets de la caduque se confondent en un seul, ainsi qu'on l'a cru long-temps; au terme naturel de la grossesse, il est encore

possible de les distinguer; ils restent accolés l'un à l'autre pendant toute la durée de la gestation.

L'œuf continue donc de croître et de se développer jusqu'à la fin de la grossesse, où son volume égale à peu près celui de l'utérus; mais sa structure éprouve des changemens importans que nous allons examiner.

Je ne sache pas que personne ait observé l'œuf humain au moment de son passage à travers la trompe utérine. Dans le chien, où j'ai vu l'œuf peu après cet instant, il était tel qu'à l'ovaire, c'est-à-dire lisse à sa surface; ce n'est qu'après quelque temps de séjour dans l'utérus qu'il se couvre d'aspérités.

Les plus petits œufs qui aient été étudiés chez la femme étaient âgés de huit ou dix jours, sans que cette date ait rien de bien positif. Ils étaient du volume d'un pois, et leur surface était de toutes parts recouverte de filamens nombreux, qui leur donnaient un aspect villeux. Au-dessous de ce tissu se voit l'œuf lui-même, formé d'une enveloppe membraneuse et d'un liquide intérieur; on n'y distingue encore aucune trace de germe, ni des diverses parties liquides, membraneuses ou vasculaires qui s'y montreront plus tard; il n'y a donc aucune ressemblance connue entre cet œuf et celui d'un oiseau, où l'on observe aisément presque au sortir de l'ovaire, indépendamment des membranes, une cicatricule ou premier rudiment du germe, et au moins deux liquides qui serviront à la nutrition de l'embryon, le vitellus et l'albumine, c'est-à-dire le jaune et le blanc de l'œuf.

Les villosités ou flocons qui revêtent l'ovule humain ont été l'objet de recherches spéciales de MM. Breschet et Raspail. Chacun de ces filamens est simple et fusiforme à son point d'insertion sur l'ovule; il se ramifie de manière que le tronc est quarante fois plus grêle que le sommet (1). Les sommités des ramifications forment de véritables spongioles, dont les propriétés physiques sont très-propres à contracter des adhérences, et à exercer l'imbibition; du reste, ces filamens n'offrent aucune disposition anatomique qui puisse les faire soupçonner d'être ou de pouvoir plus tard devenir des vaisseaux sanguins; car ils conservent leur forme et leur structure jusqu'au dernier terme de la gestation.

Nous venons d'étudier les changemens que l'œuf éprouve à sa surface. Voyons maintenant ceux qui ont lieu dans sa structure.

Aux environs du dixième au quinzième jour, à dater de l'instant de la fécondation, et du quatrième au septième, à compter de l'arrivée de l'ovule dans l'utérus, il se fait de nombreuses et importantes modifications de la structure de celui-ci:

Au lieu d'un seul et même liquide intérieur, on commence à y distinguer plusieurs parties importantes, organes nécessaires au développement du nouvel être. Ces parties sont, 1° *l'amnios*, membrane mince et flexible; 2° les *premiers rudimens du germe* appliqués à un point superficiel de l'amnios, sous la forme d'une petite tache opaque; 3° la *vésicule ombilicale*; 4° l'*allantoïde*; 5° bientôt après apparaissent le *cordon ombilical*, qui établit une communication entre le germe et la face interne du chorion; 6° les *vaisseaux omphalo-mésentériques*, qui font communiquer le germe avec la vésicule ombilicale; 7° enfin un prolongement de l'allantoïde, qui réunira plus tard l'embryon et cette membrane.

Quant aux liquides qui se montrent à la même époque, ce sont 1° le liquide *amniotique*; 2° celui de la *vésicule ombilicale*; 3° le liquide *allantoïdien*; et 4° enfin une masse *gélatiniforme*, qui se voit çà et là *autour du cordon*.

Il faut ajouter à tous ces appareils spéciaux du germe fécondé, les nombreux vaisseaux sanguins, artériels et veineux qui adhèrent à l'utérus, et qui, sous le nom de *placenta*, établissement l'indispensable communication, chez tous les mammifères, de la circulation de la mère avec celle du fœtus.

---

(1) *Anatomie microscopique du chorion de l'œuf humain. Répertoire d'Anatomie*, etc., t. V.

Des différens organes ou fluides de l'œuf, dont nous venons de faire l'énumération, les uns persistent jusqu'à la fin de la grossesse, et n'abandonnent le nouvel individu qu'à l'instant de la naissance; les autres disparaissent dans les premiers mois de la gestation, ainsi que nous l'avons déjà vu pour le liquide de la membrane caduque.

Les premiers ou les *persistans* sont : le chorion, l'amnios et son liquide, le cordon ombilical et le placenta.

Les seconds ou les *décidus* sont : la vésicule ombilicale et le fluide qu'elle contient, l'allantoïde et son fluide, les vaisseaux omphalo-mésentériques, etc.

De l'amnios.

C'est la membrane d'enveloppe propre au fœtus; à trois semaines ou un mois, elle forme une petite poche de trois ou quatre lignes de diamètre, qui contient au milieu d'un liquide l'embryon et la tige qui doit former bientôt le cordon ombilical. (Velpeau.)

Selon M. Breschet, le germe n'est pas contenu dans la cavité même de l'amnios, et par conséquent n'est pas plongé au milieu du liquide, mais, par les progrès de la fécondation, le germe s'enfonce vers le centre de la vésicule-amnios, comme l'ovule dans la cavité de la caduque; de sorte que, semblable aux membranes séreuses, elle revêtirait de toutes parts l'embryon, sans cependant le contenir dans la cavité.

En s'enfonçant dans l'amnios, ou plutôt le germe en poussant devant lui cette membrane, celle-ci forme une gaîne au milieu de laquelle se trouve la vésicule ombilicale, etc.

L'amnios ne touche pas immédiatement à la surface concave ou interne du chorion; il en est séparé par un liquide dont je parlerai dans un instant. Cette enveloppe fœtale croît avec le produit principal de la conception, et au moment de l'accouchement elle le recouvre immédiatement; dès que le liquide amniotique est écoulé elle en forme la coiffe. Beaucoup d'anatomistes ont pensé, qu'arrivé à l'ombilic, l'amnios se continue avec l'épiderme; mais rien n'est prouvé à cet égard, ou plutôt, le fait de cette continuation, qui semblerait supposer une similitude de structure, n'est rien moins que probable.

Jamais l'amnios ne présente de villosités à l'une ou l'autre de ses faces; l'intervalle qui le sépare du chorion, et ses adhérences avec cette membrane, sont ordinairement effacés vers le quatrième mois; les deux sacs membraneux ne sont plus alors séparés que par une couche visqueuse qui persiste jusqu'au terme de la grossesse.

Formé constamment d'un seul feuillet, l'amnios ne présente aucun vaisseau sanguin dans sa composition; son mode d'apparition et d'accroissement est inconnu.

Le fluide amniotique a été analysé par les plus habiles chimistes, mais à un époque avancée de la gestation. Vauquelin l'a trouvé formé par l'eau, l'albumine, la soude et des sels de soude et de chaux, et par un acide particulier. M. Berzélius assure y avoir reconnu l'acide fluorique.

Mais sa composition doit varier aux diverses époques de la grossesse; il serait curieux de s'en assurer par des analyses comparatives.

De la vésicule ombilicale.

Jusque vers la fin du deuxième mois de la gestation, on trouve dans la cavité du chorion une vésicule distincte de l'amnios; elle est en général pyriforme; sa petite extrémité est tournée vers l'embryon, et y tient au moyen d'un pédicule qui semble se confondre avec les organes encore informes du bas-ventre. Ce pédicule est creux; dans les oiseaux, il permet le passage de la matière du jaune jusque dans l'intestin grêle. Dans l'homme il se passe quelque chose de semblable dans les premiers temps

de la vie embryonaire, car la vésicule ombilicale contient alors un fluide visqueux jaunâtre, qui peut-être a quelque analogie de propriété avec le vitellus des oiseaux, des reptiles et des poissons.

Des vaisseaux sanguins qui partent de l'artère et de la veine mésentérique se portent jusqu'à la vésicule dans l'écartement des lames de l'amnios, au voisinage des vaisseaux ombilicaux, sous le nom de vaisseaux *omphalo-mésentériques ;* il n'est pas rare d'en voir encore des traces à la naissance.

La vésicule ombilicale, d'abord presque aussi grosse que l'amnios, diminue de volume dans le cours du deuxième mois, et finit par disparaître dans le troisième ; mais elle laisse des traces de son existence beaucoup plus tard. Elle représente dans l'œuf des mammifères le jaune de l'œuf des autres vertébrés, et contribue probablement, par la matière qu'elle renferme et qu'elle verse par son pédicule creux jusqu'à l'abdomen, à la nutrition de l'embryon dans le premier temps de son existence.

De l'allantoïde.

Dans l'œuf des oiseaux et dans celui des reptiles, il existe autour de l'amnios et du vitellus une membrane à double feuillet qui contient un fluide particulier, et qui se continue, au moyen d'un pédicule, avec le cloaque où se terminent les canaux urinaires. Dans l'œuf des mammifères la même membrane existe ; elle contient des fluides variables selon les espèces ; elle communique avec la vessie urinaire au moyen d'un pédicule nommé *ouraque.* Cette membrane existe aussi dans l'œuf humain, mais sa communication avec l'ouraque est fort douteuse : MM. Breschet et Velpeau l'ont vainement cherchée.

M. Velpeau ayant disséqué un œuf de trois semaines, parfaitement intact, trouva immédiatement en dessous du chorion une lame extrêmement fine, d'un blanc mat ; elle se déchira par l'effet d'une légère pression exercée sur un autre point de l'œuf. Cette membrane était, par sa face externe, appliquée au chorion, auquel elle tenait par de nombreux filamens. Au-dessous de cette première lame, on en voyait une seconde qui enveloppait l'amnios, la vésicule ombilicale et son pédicule. Entre les deux lames, se trouvait un tissu lamelleux, dans lequel était épanchée une *matière émulsiforme* qui s'échappait du tissu par *flocons lanugineux.* Cette matière n'est pas miscible à l'eau. Dans d'autres œufs, elle était transparente comme l'humeur vitrée.

Les deux feuillets de cette membrane, écartés l'un de l'autre de trois lignes dans un point, se rapprochaient en se portant vers la racine du cordon ombilical ; en se rapprochant du rachis ils semblaient se confondre.

C'est cette double membrane, ce tissu réticulé et le liquide que contient ses mailles, qui paraissent former l'allantoïde de l'œuf humain.

Il est probable que la matière qu'il renferme concourt à la nutrition du germe dans le premier temps de la vie utérine, mais on ne sait rien de positif à cet égard ; en tous cas, ce sac n'ayant aucune communication connue avec l'ouraque, et par son intermédiaire avec la vessie, ne peut être comme chez les mammifères le réservoir de l'urine excrétée.

M. Pokels de Brunswick croit avoir découvert dans l'ovule humain une autre vésicule qu'il nomme *érythroïde ,* mais rien n'est encore suffisamment démontré sur ce point. M. Velpeau, qui aurait disséqué plus de deux cents œufs, ne l'a jamais rencontrée (1).

Du germe.

Nous avons déjà dit qu'à l'époque où l'œuf arrive dans la cavité de la matrice,

(1) Voyez *Embryologie humaine*, Bruxelles, 1833.

on n'y observe aucune trace du nouvel individu, et qu'il diffère sur ce point essentiel de l'œuf des autres vertébrés, où ces traces sont manifestes aussitôt que l'œuf est séparé de la femelle. Nous n'avons donc point, pour l'ovule humain, d'observations suivies heure par heure, jour par jour, comme pour le développement de l'œuf des oiseaux. Il faut ici non se contenter de rapprochemens ni de suppositions plus ou moins probables, mais partir des faits observés avec le soin et les instrumens convenables.

Or, les observations précises sur les premiers temps de l'existence de l'homme n'ont jamais été faites jusqu'ici avant le douzième ou quinzième jour de la fécondation : encore l'instant déterminé de cette dernière est-il presque toujours impossible à obtenir d'une manière rigoureuse.

A cette époque le germe a la forme d'une petite masse alongée recourbée sur elle-même, et plus grosse par un bout que par l'autre. Sous cette apparence un germe de douze à quinze jours a environ deux ou trois lignes de longueur; il en aurait cinq, si la tige arrondie qui le forme était redressée. De ses deux extrémités, l'une est renflée et irrégulièrement sphérique; l'autre se termine en pointe, et a été prise pour la queue dont l'homme, selon certains physiologistes philosophes, serait pourvu à ce début de la vie.

La tige tout entière demi-transparente paraît creuse et remplie par un liquide limpide, premier indice du liquide céphalo-rachidien, et au milieu duquel on voit, même à l'œil nu, un filet opaque blanc ou jaunâtre, qui représente le système nerveux cérébro-spinal, ou en d'autres termes le cerveau et son prolongement rachidien (1).

Des observations nombreuses ont prouvé 1° que le rachis paraît avant tous les autres organes, et existe seul pendant quelque temps; 2° que sa forme ne diffère pas essentiellement de celle qu'il présentera pendant toute la durée de la vie utérine; 3° que la tête et le cou forment au moins la moitié de sa longueur; 4° que sa courbure est d'autant plus voisine du cercle, qu'il est moins développé; 5° que sa surface convexe correspondant à la partie postérieure du tronc, diffère peu de ce qu'elle sera par la suite, tandis que sa concavité, qui correspond au ventre et au thorax, éprouve des changemens très-remarquables (2).

C'est sur cette face qu'apparaissent successivement tous les organes de la vie nutritive, thoraciques et abdominaux, en même temps que les mâchoires et les premiers indices des membres. Les supérieurs sortent de la partie antérieure de la tige rachidienne, à peu près à une égale distance du sommet de la tête et de la pointe du coccix; les inférieurs sont placés au niveau du bassin, par conséquent presque à l'extrémité caudale de l'embryon.

La tête forme d'abord la partie la plus volumineuse du germe; mais dès que le ventre et l'abdomen sont formés, elle perd relativement sa prépondérance de volume. A cinq semaines, la face est distincte du crâne.

Les yeux sont visibles sous l'aspect de points noirâtres, mais ils ne semblent avoir encore ni paupières ni appareil lacrymal; ils sont dirigés latéralement. Les oreilles se manifestent d'abord par une dépression, puis par la végétation des rudimens du pavillon.

La bouche forme au début une ouverture très-large; la mâchoire supérieure est saillante, l'inférieure au contraire est très-courte.

Les premiers rudimens du nez sont deux petites taches noirâtres arrondies et placées au-dessus de la bouche; mais il n'y a encore ni saillie nasale ni voûte palatine.

Quelque minimes que soient les dimensions de l'embryon, il est toujours attaché par un prolongement funiculaire à la surface intérieure du chorion, vis-à-vis la partie

---

(1) Velpeau, *Embryologie*, etc.
(2) Velpeau, *loc. cit.*

de cette membrane qui adhère à l'utérus. Ce prolongement devient bientôt le canal par lequel le nouvel être recevra sa nourriture ; il se termine dans le tissu vasculaire, dit *placenta*, organe de la vie embryonaire et fœtale, destiné à établir les relations indispensables de la mère et du nouvel être.

Il n'entre pas dans l'objet de cet ouvrage de suivre pas à pas les progrès du développement, organe par organe, tissu par tissu du produit de la conception. Nous devons nous borner à quelques considérations sur les principales fonctions du fœtus, et particulièrement sur la circulation du sang, qui, à cette phase de la vie, diffère beaucoup de ce qu'elle sera après sa naissance.

Vers le milieu du quatrième mois, se complète le développement de tous les principaux organes; alors cesse l'état d'*embryon* et commence celui de *fœtus*, qui se prolonge jusqu'au terme de la grossesse. Pendant ce temps, toutes les parties croissent avec plus ou moins de rapidité, et se rapprochent de la disposition qu'elles doivent présenter après la naissance.

Avant le sixième mois les poumons sont très-petits; le cœur est volumineux, mais ses quatre cavités sont confondues, ou du moins difficiles à distinguer; le foie est considérable et occupe une grande partie de l'abdomen; la vésicule biliaire n'est point pleine de bile, mais d'un fluide incolore et non amer; dans sa partie inférieure, l'intestin grêle contient une matière jaunâtre, peu abondante, nommée *méconium ;* les testicules sont placés sur les côtés des vertèbres lombaires supérieures; les ovaires occupent la même position. A la fin du septième mois, les poumons prennent une teinte rougeâtre qu'ils n'avaient pas auparavant ; les cavités du cœur deviennent distinctes, le foie conserve ses dimensions considérables, mais il s'éloigne un peu de l'ombilic; la bile se montre dans la vésicule; le méconium est plus abondant, et descend plus bas dans le gros intestin; les ovaires se rapprochent du bassin; les testicules se dirigent vers les anneaux inguinaux. A cette époque le fœtus est *viable*, c'est-à-dire que, s'il vient à être expulsé de l'utérus, il pourra respirer et vivre. Tout va encore en se perfectionnant dans le huitième et le neuvième mois.

Nous savons peu de chose des fonctions de l'embryon, où les organes ne sont encore qu'ébauchés; cependant on y reconnaît une sorte de circulation. Le cœur envoie du sang dans les gros vaisseaux et dans le placenta rudimentaire; probablement que du sang retourne au cœur par des veines, etc. Mais quand le nouvel être est parvenu à l'état de fœtus, que la plupart des organes sont bien apparens, alors il est possible d'étudier quelques-unes des fonctions particulières à cet état.

Des fonctions du fœtus, la circulation est la mieux connue; elle est plus compliquée que celle de l'adulte, et se fait d'une manière tout-à-fait différente.

En premier lieu, il serait impossible de la partager en veineuse et en artérielle; car le sang du fœtus a sensiblement partout la même apparence, c'est-à-dire une teinte rouge brunâtre : du reste, il se comporte à peu près comme le sang de l'adulte : il se coagule, se sépare en caillot et en sérum, etc. Je ne sais pourquoi de savans chimistes ont cru qu'il ne contient pas de fibrine.

L'organe le plus singulier et l'un des plus importans de la circulation du fœtus est le placenta; il succède à ces filamens qui, durant le premier mois de la grossesse, recouvrent l'œuf du côté de l'utérus. D'abord fort petit, il acquiert promptement une étendue considérable. Par sa face extérieure, il adhère à l'utérus, présente des sillons irréguliers, qui indiquent sa division en plusieurs lobes ou *cotylédons*, dont le nombre et la forme n'ont rien de fixe. Sa face fœtale est recouverte par le chorion, excepté à son centre, qui donne insertion au cordon ombilical. Des vaisseaux sanguins, divisés et subdivisés, forment son parenchyme. Ils appartiennent aux divisions des artères ombilicales et aux radicules de la veine du même nom. Les vaisseaux d'un lobe ne communiquent point avec ceux des lobes voisins; mais ceux du même cotylédon ont des anastomoses fréquentes, car rien n'est si facile que de faire passer des injections des uns dans les autres.

Le *cordon ombilical* s'étend depuis le centre du placenta jusqu'à l'ombilic de l'en-

fant; sa longueur est souvent de près de deux pieds; il est formé par les deux artères et la veine ombilicale réunies par un tissu cellulaire très-serré; il est recouvert par les deux principales membranes de l'œuf.

Née du placenta, et parvenue à l'ombilic, la veine ombilicale s'engage dans l'abdomen, et parvient jusqu'à la face inférieure du foie; là, elle se divise en deux grosses branches, dont l'une se distribue dans le foie de concert avec la veine porte, tandis que l'autre se termine brusquement à la veine cave, sous le nom de *canal veineux*. Cette veine a deux valvules, l'une à l'endroit de sa bifurcation, et l'autre à sa jonction avec la veine cave.

Le cœur et les gros vaisseaux du fœtus viable sont bien différens de ce qu'ils seront après la naissance; la valvule de la veine cave est très-développée; la cloison des oreillettes présente une ouverture très-large, garnie d'une valvule en croissant, et nommée *trou Botal*. L'artère pulmonaire, après avoir envoyé deux petites branches aux poumons, se termine presque aussitôt dans l'aorte, à la partie concave de sa crosse : elle est nommée, dans cet endroit, *canal artériel*.

Un dernier caractère propre aux organes circulatoires du fœtus, c'est l'existence des *artères ombilicales* qui naissent des iliaques internes, se portent sur les côtés de la vessie, s'accollent à l'ouraque, sortent de l'abdomen par l'ombilic, et vont gagner le placenta, où elles se distribuent comme il a été dit plus haut.

D'après cette disposition de l'appareil circulatoire du fœtus, il est évident que le mouvement du sang doit y être tout autre que dans l'adulte. Si nous supposons que le sang part du placenta, il est clair qu'il parcourt la veine ombilicale jusqu'au foie; là, une partie passe dans le foie, et l'autre dans la veine cave; ces deux routes le conduisent au cœur par la veine cave inférieure; arrivé à cet organe, il pénètre dans l'oreillette droite et dans la gauche, en traversant le trou Botal au moment où elles se dilatent. A cet instant, le sang de la veine cave inférieure se mêle inévitablement avec celui de la supérieure. En effet, comment deux liquides de même nature, ou à peu près, pourraient-ils rester isolés dans une cavité où ils arrivent en même temps, et qui se contracte pour les expulser? Je n'ignore pas que Sabatier, dans son beau *Mémoire sur la circulation du fœtus*, a soutenu l'opinion contraire; mais j'avoue que ses raisons ne changent pas mon sentiment à cet égard.

Quoi qu'il en soit, la contraction des oreillettes succède à leur dilatation; le sang est poussé dans les deux ventricules au moment où ils se dilatent; ceux-ci, à leur tour, se resserrent et chassent le sang; le gauche dans l'aorte, et le droit dans la pulmonaire; mais comme cette artère se termine à l'aorte, tout le sang des deux ventricules passe dans l'aorte, à l'exception d'une très-petite partie qui va aux poumons. Sous l'influence de ces deux agens d'impulsion, le sang parcourt toutes les divisions de l'aorte et revient au cœur par les veines caves; mais en outre il est porté au placenta par les artères ombilicales, et il revient au fœtus par la veine du cordon.

Il est facile de concevoir l'utilité du trou Botal et du canal artériel : l'oreillette gauche, ne recevant point ou ne recevant que très-peu de sang du poumon, ne pourrait point en fournir au ventricule gauche, si elle n'en recevait par l'ouverture de la cloison des oreillettes. D'un autre côté, le poumon n'ayant aucune fonction, si tout le sang de l'artère pulmonaire s'y était distribué, la force d'impulsion du ventricule droit aurait été inutilement consumée, tandis que par le moyen du canal artériel la force des deux ventricules est employée à faire mouvoir le sang dans l'aorte; sans cette réunion de l'action des deux ventricules, il est probable que le sang n'aurait pu parvenir jusqu'au placenta et revenir ensuite au cœur.

Les mouvemens du cœur sont très-rapides chez le fœtus; ordinairement ils dépassent cent vingt par minute : la circulation a nécessairement une vitesse proportionnée.

Maintenant se présente à examiner une question délicate. Quels sont les rapports de la circulation de la mère avec celle du fœtus? Pour arriver à quelque notion

précise sur ce point, il faut examiner d'abord le mode de jonction du placenta et de l'utérus.

Les anatomistes ont varié à cet égard. On a cru long-temps que les artères utérines s'anastomosaient directement avec les radicules de la veine ombilicale, et que les dernières divisions des artères du placenta s'abouchaient avec les veines de la matrice; mais l'impossibilité reconnue de faire passer dans la veine ombilicale des injections poussées dans les artères utérines, et réciproquement à faire parvenir des matières liquides, injectées dans les artères ombilicales jusque dans les veines de l'utérus, a fait renoncer à cette idée. Il est assez généralement admis aujourd'hui qu'il n'existe point d'anastomose entre les vaisseaux du placenta et ceux de l'utérus. J'ai fait quelques recherches sur cette question; en voici les principaux résultats :

J'ai d'abord répété les tentatives d'injections du placenta par les vaisseaux de l'utérus, mais sans aucun succès; je les ai même faites sur des animaux vivans sans mieux réussir; je me suis servi de matières vénéneuses dont les effets m'étaient connus, de matières odorantes, et rien ne m'a fait soupçonner une communication directe.

Dans les chiennes, vers le milieu de leur gestation, il existe un grand nombre d'artérioles qui, sortant du tissu de l'utérus, s'enfoncent dans le placenta, et s'y ramifient. A cette époque, il est impossible de séparer ces deux organes sans déchirer ces artérioles et produire une hémorrhagie considérable; mais à la fin de la gestation, en tirant tant soit peu l'utérus, ces petits vaisseaux se séparent du placenta avec leurs ramifications, et il n'y a aucun écoulement de sang.

Quand on injecte dans les veines d'un chien une certaine quantité de camphre, le sang prend aussitôt une odeur camphrée très-forte. Après avoir fait cette injection sur une chienne pleine, j'ai extrait un fœtus de l'utérus, au bout de trois ou quatre minutes; son sang n'avait aucune odeur de camphre; mais celui d'un second fœtus, extrait après un quart d'heure, avait une odeur de camphre prononcée. Il en fut de même des autres fœtus.

Ainsi, malgré le défaut d'anastomose directe entre les vaisseaux de l'utérus et ceux du placenta, il est impossible de douter que le sang de la mère, ou quelques-uns de ses élémens, ne passe au fœtus avec une certaine promptitude; il est probablement déposé par les vaisseaux utérins à la surface ou dans le tissu du placenta, et absorbé par les radicules de la veine ombilicale.

Il est beaucoup plus difficile de savoir si le sang du fœtus revient à la mère. Sur les animaux, parmi les petits vaisseaux qui vont de l'utérus au placenta, on n'en voit aucun qui ait l'apparence de veine. Chez la femme, de larges ouvertures qui communiquent avec les veines utérines se voient sur la partie de l'utérus où est adhérent le placenta; mais on ignore si ces orifices veineux sont destinés à absorber le sang du fœtus ou à laisser échapper le sang de la mère à la surface du placenta : j'admettrais plus volontiers cette seconde idée, mais il n'en existe cependant aucune preuve.

J'ai souvent poussé dans les vaisseaux du cordon ombilical, en les dirigeant vers le placenta, des poisons très-actifs; je n'ai jamais vu la mère en éprouver les effets, et si celle-ci meurt d'hémorrhagie, les vaisseaux du fœtus restent pleins de sang.

Puisque l'anastomose des vaisseaux de l'utérus n'existe point, il n'est guère présumable que la circulation de la mère influe sur celle du fœtus autrement qu'en versant du sang dans les aréoles du placenta : le cœur du fœtus serait alors le principal mobile du sang chez celui-ci. On cite cependant des fœtus bien développés venus au monde sans cœur; mais ces observations sont-elles bien exactes? Il existe des cas authentiques de placentas entièrement séparés de fœtus morts, et qui ont continué seuls à se développer. M. Ribes a observé un cas de ce genre où le cordon ombilical était rompu et parfaitement cicatrisé. Comment s'était faite alors la circulation dans cet organe?

Concluons que les rapports de la circulation de la mère avec celle du fœtus demandent de nouvelles expériences.

Quelques auteurs ont avancé que le placenta était au fœtus ce qu'est le poumon à l'enfant qui respire; d'autres ont cherché à expliquer le volume considérable du foie en lui attribuant la formation du sang. Ces assertions n'ont aucun fondement. Une épaisse obscurité environne ce qui regarde les fonctions des capsules surrénales, du thymus, de la thyroïde, dont les dimensions sont considérables dans les fœtus; ce sujet a souvent exercé l'imagination des physiologistes sans aucun profit réel pour la science.

Malgré l'autorité imposante de Boerhaave, il est impossible d'admettre que le fœtus avale continuellement l'eau de l'amnios, qu'il la digère et s'en nourrit.

Son estomac contient, il est vrai, une matière visqueuse en quantité assez considérable; mais elle ne ressemble en rien au liquide amniotique; elle est très-acide, gélatiniforme; du côté du pylore elle est grisâtre et opaque; il paraît qu'elle est chymifiée dans l'estomac, qu'elle passe dans l'intestin grêle, où, après avoir subi l'action de la bile et peut-être du suc pancréatique, elle fournit un chyle particulier. Le résidu descend ensuite vers le gros intestin, où il forme le méconium, qui est évidemment le résultat de la digestion qui s'est opérée pendant la grossesse. D'où vient la matière digérée? Il paraît probable qu'elle est sécrétée par l'estomac lui-même, ou qu'elle descend de l'œsophage; rien ne s'oppose cependant à ce que dans certains cas le fœtus n'avale quelques gorgées d'eau de l'amnios : les poils analogues à ceux de la peau, qui se trouvent dans le méconium, sembleraient l'indiquer. Il est important de remarquer que le méconium est une substance très-peu azotée.

Rien n'est encore connu touchant l'usage de cette digestion dans le fœtus; il n'est pas probable qu'elle soit essentielle à son développement, puisqu'il est né des enfans qui ne présentaient point d'estomac ni rien qui le remplaçât.

Quelques personnes disent avoir vu du chyle blanc dans le canal thoracique du fœtus; je n'ai jamais rien aperçu de semblable : sur les animaux vivans, ce canal et les lymphatiques contiennent un fluide qui paraît être analogue à la lymphe, et qui se coagule spontanément comme elle.

J'ai fait quelques tentatives pour m'assurer directement si l'absorption veineuse existe chez le fœtus encore contenu dans l'utérus. J'ai injecté dans la plèvre, dans le péritoine, et dans le tissu cellulaire, des substances vénéneuses très-actives; mais je n'ai obtenu aucun résultat satisfaisant; car le système nerveux des fœtus qui n'ont pas respiré ne paraît pas sensible à l'action des poisons.

Il paraît certain que les exhalations ont lieu chez le fœtus, car toutes les surfaces sont lubrifiées à peu près comme elles le seront par la suite; la graisse est abondante, les humeurs de l'œil existent. Il est aussi très-probable que la transpiration cutanée s'effectue, et qu'elle se mêle continuellement à la liqueur de l'amnios. Quant à cette dernière liqueur, il est difficile de dire d'où elle tire son origine; aucuns vaisseaux sanguins apparens ne se portent à l'amnios, et cependant il est probable que c'est cette membrane qui en est l'organe sécréteur.

Les follicules cutanés et muqueux sont développés, et paraissent avoir une action très-énergique, surtout à dater du septième mois; alors la peau est recouverte d'une couche assez épaisse de matière grasse sécrétée par les follicules : plusieurs auteurs l'ont considérée, mais à tort, comme un dépôt de la liqueur de l'amnios. Le mucus est aussi très-abondant dans les deux derniers mois de la gestation.

Toutes les glandes qui servent à la digestion ont un volume considérable, et paraissent avoir une certaine activité; on sait peu de chose de l'action des autres. On ignore, par exemple, si les reins forment de l'urine, et si ce fluide est rejeté par l'urètre dans la cavité de l'amnios. Les testicules et les mamelles paraissent former un fluide qui ne ressemble ni au lait, ni au sperme, et qui se trouve dans les vésicules séminales et dans les canaux lactifères.

Que dire sur la nutrition du fœtus? Les ouvrages de physiologie ne contiennent que des conjectures plus ou moins vagues sur ce point; il paraît certain que le pla-

centa puise chez la mère les matériaux nécessaires au développement des organes, mais nous ignorons quels sont ces matériaux, et comment ils se comportent.

La respiration n'ayant pas lieu avant la naissance, la chaleur animale du fœtus ne peut en dépendre. L'expérience a démontré qu'elle ne s'élève pas au-dessus de 27 ou 28 degrés; elle est plus élevée, dit-on, quand le fœtus est mort dans l'utérus. Si ce fait est exact, le fœtus aurait un moyen de refroidissement qui n'existe plus après la naissance.

Voilà le peu qu'on sait touchant les fonctions nutritives du fœtus; ce qui a rapport aux fonctions de relation a déjà été exposé.

Puisque la mère transmet au fœtus les matériaux nécessaires à sa nutrition, celle-ci est nécessairement liée avec la nature et la quantité des matériaux transmis : s'ils sont de bonne nature, et si la quantité en est suffisante, l'accroissement se fera d'une manière satisfaisante; mais si la proportion en est trop faible, ou si les qualités n'en sont pas convenables, le fœtus se nourrira mal, cessera de se développer, ou même périra. Or, l'état du moral de la mère pouvant modifier la proportion et la nature des élémens qui passent au placenta, il est vrai de dire que son imagination influe sur le fœtus. C'est ainsi qu'une terreur subite, un chagrin violent, une joie immodérée, peuvent causer la mort du fœtus ou ralentir son accroissement. Des causes physiques, telles que des coups, des chutes, l'action de certains médicamens, la mauvaise qualité des alimens, peuvent avoir le même résultat, parce qu'ils nuisent de même à la transmission des matériaux nutritifs du fœtus. Si la mère est affectée d'une maladie contagieuse, le fœtus en présente bientôt les symptômes; ainsi la vie du fœtus est dans une dépendance évidente de celle de la mère.

Indépendamment des lésions qui lui viennent de cette source, le fœtus est quelquefois atteint de maladies spontanées, telles que des hydropisies, des fractures, des ulcères, des gangrènes, des éruptions cutanées, la séparation d'un ou plusieurs membres, et beaucoup d'autres lésions graves, locales ou générales. Souvent ces maladies le font mourir avant de naître, ou, si elles permettent qu'il arrive vivant jusqu'à la naissance, elles le mettent dans l'impossibilité de pouvoir vivre au-delà. Les membranes de l'œuf, le placenta, la liqueur de l'amnios, ne sont pas toujours étrangers à ces désordres.

Par l'effet de causes inconnues, les diverses parties du fœtus se développent quelquefois d'une manière vicieuse; une ou plusieurs des ouvertures naturelles de son corps peuvent ne point exister, ou être closes par des membranes; les poumons, l'estomac, la vessie, les reins, le foie, le cerveau, manquent quelquefois entièrement ou présentent des dispositions inaccoutumées; en général, selon la remarque de Béclard, quand un nerf manque, la partie où il se distribue principalement n'existe point. Il en est de même pour l'artère, d'après M. Serres; mais nous n'avons pas là l'explication du phénomène, car il reste encore à savoir si l'organe manque par défaut du nerf ou du vaisseau artériel, ou si l'absence de l'artère et du nerf n'est pas une conséquence naturelle du défaut d'organe.

D'autres *malformations, déviations* ou *monstruosités,* qui arrivent aussi sans causes connues, paraissent dépendre de la réunion de deux germes : d'où résultent des enfans à deux têtes avec un seul tronc, ou à deux troncs avec une seule tête; quelques-uns ont quatre bras et quatre jambes bien ou mal conformés. On a trouvé plusieurs fois un fœtus non développé dans l'abdomen d'individus déjà avancés en âge, etc. Il n'y a aucune raison de croire que l'imagination de la mère puisse influer sur la formation de ces monstres; d'ailleurs des productions de ce genre s'observent journellement dans les animaux et jusque dans les plantes (1).

---

(1) Ce qu'on appelle aujourd'hui *la philosophie anatomique* s'est emparée des monstruosités; elle s'y est trouvée d'autant plus à l'aise que le sujet est plus obscur et plus vague : aussi ne

Il n'est pas rare qu'au lieu d'un seul fœtus l'utérus en contienne deux. En France ce cas arrive une fois sur quatre-vingts; il paraît encore plus fréquent en Angleterre. La gestation de trois fœtus est beaucoup plus rare : sur trente-six mille accouchemens qui ont eu lieu à l'hospice de la Maternité de Paris, il n'a été observé que quatre fois. On a quelques exemples bien authentiques de femmes qui ont porté à la fois quatre et même cinq fœtus; mais au-delà de ce nombre les récits des auteurs paraissent fabuleux. Dans ces grossesses multiples, le volume et le poids des fœtus sont en rapport avec leur nombre : les jumeaux sont plus petits que les fœtus ordinaires ; les trijumeaux et les quadrijumeaux le sont bien davantage; mais, quelle que soit leur dimension, ils sont chacun entourés par un amnios et un chorion particulier, et ont un placenta distinct. Aussi leur existence est-elle indépendante, au point que l'un peut mourir à une époque peu avancée de la grossesse, tandis que les autres continuent à se développer.

Rien ne porte à croire que dans les grossesses multiples la fécondation ait eu lieu en deux ou trois fois différentes, et qu'il existe réellement des *superfétations*. Les histoires que l'on raconte à cette occasion sont loin de présenter le degré de certitude nécessaire dans une science de faits.

De l'accouchement.

Après sept mois révolus de grossesse le fœtus a toutes les conditions pour respirer et pour exercer sa digestion, il peut donc se séparer de sa mère et changer de mode d'existence (1); il est rare cependant que l'accouchement arrive à cette époque : le plus souvent le fœtus reste encore deux mois entiers dans l'utérus, et ce n'est qu'après neuf mois révolus qu'il sort de cet organe.

On cite des exemples d'enfans qui sont nés après dix mois entiers de gestation ; mais ces cas sont fort douteux, car il est très-difficile de savoir au juste l'époque de la conception. Notre législation actuelle consacre cependant le principe qu'un accouchement peut avoir lieu le deux cent quatre-vingt-dix-neuvième jour de la grossesse.

Rien de plus curieux que le mécanisme par lequel le fœtus est expulsé; tout s'y passe avec une précision admirable, tout semble y avoir été calculé, prévu, pour favoriser son passage à travers le bassin et les parties génitales.

Les causes physiques qui déterminent la sortie du fœtus sont la contraction de l'utérus et celle des muscles abdominaux ; sous leur puissance, le liquide de l'amnios s'écoule, la tête du fœtus s'engage dans le bassin, le parcourt de bas en haut, et sort bientôt par la vulve, dont les replis se sont effacés; ces divers phénomènes ne se passent que successivement et durent un certain temps : ils sont accompagnés de douleurs plus ou moins vives, du gonflement et du ramollissement des parties molles du bassin et des parties génitales externes, et d'une sécrétion muqueuse abondante dans la cavité du vagin. Toutes ces circonstances, chacune à sa manière, favorisent le passage du fœtus.

Pour faciliter l'étude de cet acte compliqué, il faut le partager en plusieurs temps ou périodes.

Première période de l'accouchement. Elle se compose de signes précurseurs. Deux

---

prétend-elle à rien moins qu'à la création d'une science nouvelle dont la théorie reposerait sur des lois particulières, telles que la loi de l'*arrêt*, celle du *retard*, celle de *position* similaire ou excentrique, enfin la loi par excellence, la grande loi de soi pour soi. (Voyez le *Traité de Tératologie* de M. J. Geoffroy-Saint-Hilaire. A part les idées théoriques, que je n'approuve point, cet ouvrage contient une collection considérable de faits, et à ce titre mérite d'être lu.)

(1) Il existe plusieurs exemples de fœtus qui, nés à cinq mois, ont cependant vécu et parcouru même une longue carrière.

ou trois jours avant l'accouchement il se fait un écoulement muqueux par le vagin ; les parties génitales externes se gonflent et deviennent plus molles; il en est de même des ligamens qui réunissent les os du bassin; le col de l'utérus s'aplatit, son ouverture s'agrandit, ses bords deviennent plus minces; de légères douleurs, connues sous le nom de *mouches,* se font sentir dans les lombes et dans l'abdomen.

Deuxième période. Des douleurs d'un genre particulier se développent : elles commencent dans la région lombaire, et semblent se propager vers le col de l'utérus ou vers le fondement; elles ne se renouvellent qu'à des intervalles assez longs, tels qu'un quart d'heure ou une demi-heure. Chacune d'elles est accompagnée d'une contraction évidente du corps de l'utérus, et d'une tension manifeste de son col, avec dilatation de l'ouverture; le doigt, porté dans le vagin, fait reconnaître que les enveloppes du fœtus font une saillie qui devient de plus en plus considérable, et se nomme *poche des eaux :* bientôt les douleurs deviennent plus fortes et les contractions de l'utérus plus énergiques; cette poche se rompt et une partie du liquide s'écoule; l'utérus revient sur lui-même et s'applique à la surface du fœtus.

Troisième période. Les douleurs et les contractions de l'utérus prennent un accroissement considérable : elles sont instinctivement accompagnées de la contraction des muscles abdominaux. D'ailleurs la femme, qui reconnaît leur efficacité, est portée à les favoriser en faisant tous les efforts musculaires dont elle est capable : son pouls devient alors plus élevé, plus fréquent; sa figure s'anime; ses yeux brillent; son corps tout entier est dans une agitation extrême; la sueur coule en abondance. La tête s'engage alors dans le bassin; l'occiput, placé d'abord au-dessus de la cavité cotyloïde gauche, est porté en dedans et en bas, et vient se placer au-dessous et derrière l'arcade du pubis.

Quatrième période. Après quelques instans de repos, les douleurs et les contractions expulsives reprennent toute leur activité; la tête se présente à la vulve, fait effort pour passer, et y parvient quand il arrive une contraction assez forte pour amener cet effet. Une fois la tête dégagée, le reste du corps suit facilement, à raison de son volume moindre. On pratique alors la section du cordon ombilical, et on en fait la ligature à peu de distance de l'ombilic.

Cinquième période. Si l'accoucheur n'a pas procédé à l'extraction du placenta immédiatement après la sortie du fœtus, au bout de quelque temps de petites douleurs se font sentir, l'utérus se contracte faiblement, mais avec assez de force pour se débarrasser du placenta et des membranes de l'œuf : cette expulsion porte le nom de *délivrance.* Pendant les douze ou quinze jours qui suivent l'accouchement, l'utérus revient peu à peu sur lui-même; la femme éprouve des sueurs abondantes, ses mamelles sont distendues par le lait qu'elles sécrètent; un écoulement d'abord sanguinolent, puis blanchâtre, nommé *lochies,* qui se fait par le vagin, est l'indice que les organes de la femme reprennent peu à peu la disposition qu'ils avaient avant la conception.

Aussitôt qu'il est séparé de sa mère, et quelquefois même auparavant, l'enfant dilate sa poitrine, attire l'air dans ses poumons, qui se laissent graduellement distendre à mesure que les mouvemens d'inspiration se répètent : dès ce moment la respiration est établie et durera toute la vie. La distension du poumon par l'air permet au sang de l'artère pulmonaire de s'y diriger, et il en passe d'autant moins par le canal artériel, qu'il se rétrécit peu à peu, ainsi que le trou Botal, et finit par s'oblitérer. Le même phénomène a lieu à la partie abdominale de la veine et des artères ombilicales, qui se transforment en une espèce de ligament fibreux.

L'enfant naissant a de dix-huit à vingt pouces de longueur, et pèse de cinq à six livres. En général, le nombre des naissances des garçons est supérieur à celui des filles, surtout dans les naissances légitimes. La quantité d'enfans qui peuvent naître de la même mère n'excède point le nombre des vésicules contenues dans l'ovaire, c'est-à-dire environ quarante.

De l'allaitement.

L'acte douloureux que nous venons d'étudier ne termine point le rôle que la nature a confié à la femme dans la génération ; d'autres soins doivent être donnés par elle au nouveau-né : il faut qu'elle le garantisse contre les intempéries de l'air et des saisons; qu'elle veille à sa conservation et à son éducation physique et morale; enfin, elle doit lui fournir son premier aliment, le seul qui soit en rapport avec la faiblesse de ses organes.

Cet aliment est le *lait;* il est sécrété par les mamelles, dont le nombre, la forme et la situation sont des caractères distinctifs de l'espèce humaine. Leur parenchyme est tout-à-fait distinct de celui des autres organes sécréteurs. Chaque mamelle a douze ou quinze canaux excréteurs qui s'ouvrent au sommet et sur les côtes du *mamelon.* Les artères qui se rendent aux mamelles sont peu volumineuses, mais très-multipliées ; les vaisseaux lymphatiques y abondent, ainsi que les nerfs : aussi jouissent-elles d'une vive sensibilité; le mamelon en particulier est très-sensible et susceptible d'un état analogue à l'érection.

Jusqu'à l'époque de la fécondation, les mamelles sont inactives, ou du moins n'exercent aucune sécrétion apparente, mais dès les premiers temps de la grossesse la femme y ressent des picotemens, des élancemens particuliers ; ces organes se gonflent. Au bout d'un certain temps, surtout quand la fin de la gestation approche, le mamelon laisse écouler un fluide séreux, quelquefois très-abondant, et qui est appelé *colostrum.* La sécrétion a souvent les mêmes caractères pendant les deux ou trois jours qui suivent l'accouchement, mais le lait proprement dit ne tarde pas à paraître, et c'est le liquide que fournissent les mamelles jusqu'à la fin de l'allaitement.

Le lait est une des liqueurs glanduleuses les plus azotées; sa couleur, son odeur et sa saveur sont connues de tout le monde : d'après M. Berzélius, il est composé de crême et de lait proprement dit. Ce dernier contient : eau, 928,75; fromage avec une trace de sucre, 28,00 ; sucre de lait, 35,00; muriate de potasse, 1,70; phosphate, 0,25; acide lactique, acétate de potasse et lactate de fer, 6,00 ; phosphate de chaux, 0,30. La crême contient : beurre, 4,5 ; fromage, 3,5; petit-lait, 92,0, où l'on trouve 4,4 de sucre de lait et de sels.

Depuis long-temps on a observé que la quantité et la nature du lait changent avec la quantité et la nature des alimens, et c'est ce qui a donné lieu à l'opinion bizarre que les lymphatiques étaient les vaisseaux destinés à apporter aux mamelles les matériaux de leur sécrétion ; mais il en est du lait comme de l'urine, qui varie de propriété suivant les substances solides ou liquides introduites dans l'estomac. Par exemple, le lait est plus abondant, plus épais, moins acide, si la femme est nourrie avec des matières animales; il est moins abondant, moins épais et plus acide, si elle a fait usage de végétaux. Le lait prend aussi des qualités particulières si la femme a pris des substances médicamenteuses ; il devient purgatif, par exemple, si elle a fait usage de rhubarbe ou de jalap, etc.

La sécrétion du lait se prolonge jusqu'à l'époque où les organes de la mastication de l'enfant auront acquis le développement nécessaire à la digestion des alimens ordinaires; elle ne cesse que dans le courant de la seconde année.

Quoique la sécrétion du lait semble propre à la femme accouchée, elle a été vue quelquefois sur des jeunes vierges, et même chez l'homme (1).

(1) Je n'ai pas cru convenable d'introduire dans cet ouvrage, simple abrégé de la science, une description spéciale des âges, des sexes, des tempéramens, des caractères zoologiques de l'homme, des variétés de l'espèce humaine, etc.; ces considérations sont du ressort de l'hygiène et de l'histoire naturelle. — Voyez les articles HYGIÈNE de l'*Encyclopédie méthodique,* et l'ouvrage de Cuvier sur le *Règne animal.*

DU SOMMEIL.

En terminant l'histoire des fonctions de relation, nous avons dit que ces fonctions étaient périodiquement suspendues; nous avons ajouté que, durant cette suspension, les fonctions nutritives et génératrices étaient modifiées : le moment est venu d'examiner ces phénomènes.

Lorsque l'état de veille s'est prolongé seize ou dix-huit heures nous éprouvons un sentiment général de fatigue et de faiblesse; nos mouvemens deviennent plus difficiles, nos sens perdent leur activité, l'intelligence elle-même se trouble, reçoit avec inexactitude les sensations, et commande avec difficulté à la contraction musculaire. A ces signes nous reconnaissons la nécessité de nous livrer au *sommeil;* nous choisissons une position telle, qu'il faille peu ou point d'efforts pour la conserver; nous recherchons l'obscurité et le silence, et nous nous abandonnons à l'*assoupissement.*

L'homme qui s'assoupit perd successivement l'usage de ses sens; c'est d'abord la vue qui cesse d'agir par le rapprochement des paupières, l'odorat ne s'endort qu'après le goût, l'ouïe qu'après l'odorat, et le tact qu'après l'ouïe; les muscles des membres se relâchent, et cessent d'agir avant ceux qui soutiennent la tête, et ceux-ci avant ceux de l'épine. A mesure que ces phénomènes se passent, la respiration devient plus lente et plus profonde, la circulation se ralentit, plus de sang se porte à la tête, la chaleur animale baisse, les diverses sécrétions deviennent moins abondantes. Cependant l'homme plongé dans cet état n'a point encore perdu le sentiment de son existence; il a la conscience de la plupart des changemens qui se passent en lui, et qui ne sont pas sans charmes; des idées plus ou moins incohérentes se succèdent dans son esprit; enfin il cesse entièrement de sentir qu'il existe : il est *endormi.*

Pendant le sommeil la circulation et la respiration restent ralenties, ainsi que les diverses sécrétions; par suite, la digestion se fait avec moins de promptitude. J'ignore sur quel fondement plausible la plupart des auteurs disent que l'absorption seule acquiert plus d'énergie. Puisque les fonctions nutritives continuent dans le sommeil, il est évident que le cerveau n'a cessé d'agir que comme organe de l'intelligence et de la contraction musculaire, et qu'il continue d'influencer les muscles de la respiration, le cœur, les artères, les sécrétions et la nutrition.

Le sommeil est *profond* quand il faut employer des excitans un peu forts pour le faire cesser; il est *léger* quand il cesse facilement.

Tel qu'il vient d'être décrit, le sommeil est complet, c'est-à-dire qu'il résulte de la suspension d'action des organes de la vie de relation, et de la diminution d'action des fonctions nutritives; mais il n'est pas rare que plusieurs organes de la vie de relation conservent leur activité pendant le sommeil, comme il arrive quand on dort debout; il est fréquent aussi qu'un ou plusieurs sens restent éveillés, et transmettent au cerveau des impressions que celui-ci perçoit : il est encore plus fréquent que le cerveau prenne connaissance des diverses sensations internes qui se développent pendant le sommeil, tels que besoins, désirs, douleur, gêne, etc. L'intelligence elle-même peut s'exercer chez l'homme endormi, soit d'une manière irrégulière et incohérente, comme dans la plupart des rêves; soit d'une manière conséquente et régulière, comme cela se rencontre chez quelques individus heureusement organisés.

La direction que prennent les idées dans le sommeil, ou la nature des rêves, dépend beaucoup de l'état des organes : l'estomac est-il surchargé d'alimens indigestes, la respiration est-elle difficile par la position ou d'autres causes, les rêves sont pénibles, fatigans; la faim se fait-elle sentir, on rêve qu'on se repaît d'alimens agréables; est-ce l'appétit vénérien, les rêves sont érotiques, etc. Les occupations habituelles de l'esprit n'ont pas moins d'influence sur le caractère des songes; l'ambitieux rêve ses succès ou ses disgrâces, le poète fait des vers, l'amant voit sa mai-

tresse, etc. C'est parce que le jugement s'exerce quelquefois dans toute sa rectitude durant les rêves relativement aux événemens futurs, que dans des temps d'ignorance on a accordé à ceux-ci le don de la divination.

Rien de plus curieux dans l'étude du sommeil que l'histoire des *somnambules*. Ces individus, d'abord profondément endormis, se lèvent tout-à-coup, s'habillent, entendent, voient, parlent, se servent de leurs mains avec adresse, se livrent à différens exercices, écrivent, composent, puis se remettent au lit, et ne conservent à leur réveil aucun souvenir de ce qui leur est arrivé. Quelle différence y a-t-il donc entre un somnambule de cette espèce et un homme éveillé? Une seule bien évidente: l'un a la conscience de son existence, l'autre en est privé.

Nous n'irons point, à l'exemple de certains auteurs, rechercher la cause prochaine du sommeil, et la trouver dans l'affaissement des lames du cervelet, l'afflux du sang au cerveau, etc. Le sommeil, effet immédiat des lois de l'organisation, ne peut dépendre d'aucune cause physique de ce genre. Son retour régulier est une des circonstances qui contribuent le plus souvent à la conservation de la santé; sa suppression, pour peu qu'elle se prolonge, a souvent des inconvéniens graves, et dans tous les cas ne peut être portée au-delà de certaines limites.

La durée ordinaire du sommeil est variable; en général elle est de six à huit heures: les fatigues du système musculaire, les fortes contentions d'esprit, les sensations vives et multipliées le prolongent, ainsi que l'habitude de la paresse, l'usage immodéré du vin et des alimens trop substantiels. L'enfance et la jeunesse, dont la vie de relation est très-active, ont besoin d'un repos plus long; l'âge mûr, plus avare du temps et plus tourmenté de soucis, s'y abandonne moins; les vieillards présentent deux modifications opposées: ou bien ils sont dans une somnolence presque continuelle, ou bien ils dorment peu et d'un sommeil très-léger, sans qu'il faille en trouver la raison dans la prévoyance qu'ils ont de leur fin prochaine.

Par un sommeil paisible, non interrompu, et restreint dans les limites convenables, les forces se réparent et les organes récupèrent l'aptitude à agir avec facilité; mais si des songes pénibles, des impressions douloureuses troublent le sommeil, ou simplement s'il est prolongé outre mesure, bien loin d'être réparateur, il épuise les forces, fatigue les organes, et devient quelquefois l'occasion de maladies graves, telles que l'idiotisme et la folie.

DE LA MORT.

L'existence individuelle de tous les corps organisés est temporaire; aucun n'échappe à la dure nécessité de cesser d'être ou de mourir; l'homme subit le même sort. L'histoire particulière des fonctions nous a fait voir que dès les premiers temps de la vieillesse, et quelquefois auparavant, les organes se détériorent, que plusieurs cessent complètement d'agir, que d'autres sont absorbés et disparaissent; qu'enfin, dans la décrépitude, la vie est réduite à quelques restes des trois fonctions vitales, et à quelques fonctions nutritives détériorées: dans cet état, la moindre cause extérieure, le plus petit coup, la chute la plus légère, suffisent pour arrêter l'une des trois fonctions indispensables à la vie, et la mort arrive immédiatement, comme le dernier degré de la destruction des organes et des fonctions.

Mais un très-petit nombre d'hommes arrivent à cette fin, qu'amènent les seuls progrès de l'âge. Sur un million d'individus, à peine quelques-uns y parviennent: le reste meurt, à toutes les époques de la vie, d'accidens ou de maladies, et cette grande destruction d'individus par des causes en apparence éventuelles paraît entrer aussi bien dans les vues de la nature que les précautions prises par elle pour assurer la reproduction de l'espèce.

FIN.

EXPLICATION DES PLANCHES.

PLANCHE PREMIÈRE.

FIGURE PREMIÈRE.

Cette figure représente une coupe longitudinale de la tête, de l'encéphale, du palais et de la langue, ainsi que la faulx du cerveau et la membrane pituitaire qui tapisse la cloison du nez.

— 1, 1, 1, 1, 1. Section longitudinale du crâne. — 2, 3. Section des os maxillaires supérieur et inférieur. — 4. Épiglotte. — 5, 5. Section de la colonne vertébrale. — 6. Sinus sphénoïdal. — 7. Sinus frontal. — 8. Cloison du nez, tapissée de la membrane pituitaire injectée. — 9. Orifice interne de la trompe d'Eustachi. — 10. Section du voile du palais et de la luette. — 11. Amygdale. — 12. Portion du canal pharyngien. — 13. Voûte palatine. — 14. Section de la langue. — 15. Muscle génio-glosse. — 16. Muscle génio-hyoïdien. — 17, 17. Faulx du cerveau. — 18, 18, 18. Sinus longitudinal supérieur. — 19. Sinus longitudinal inférieur; ces deux sinus reçoivent plusieurs veinules de la faulx du cerveau. — 20. Sinus droit. — 21. Veine de Galien, coupée. — 22. Confluent des sinus, ouvert. — 23. Faulx du cervelet. — 24, 24. Face interne de l'hémisphère droit du cerveau. — 25, 25. Section du corps calleux. — 26. Ventricule latéral droit du cerveau. — 27. Couche du nerf optique droit. — 28. Tubercules quadrijumaux. — 29. Conarium (glande pinéale). — 30. Section des pédoncules du cerveau. — 31. Section du cervelet, dont la substance blanche forme, par ses divisions, l'arbre de vie. — 32. Section des pédoncules du cervelet. — 33. Idem de la protubérance cérébrale (pons varoli). — 34. Idem de la moelle vertébrale. — 35. Artère cérébrale antérieure droite. — 36. Artère vertébrale du même côté. — 37. Nerf naso-palatin. — 38. Rameaux internes du nerf olfactif gauche, qui se perdent dans la membrane pituitaire de la cloison. — 39, 39. Rameaux de l'artère sphéno-palatine qui se distribuent sur la cloison et la membrane pituitaire.

FIGURE II.

Cette figure représente l'Encéphale dépouillé de ses membranes, et les nerfs Encéphaliques. Cet organe est vu du côté de sa face inférieure.

—1, 1. Lobes antérieurs. — 2, 2. Lobes moyens. — 3, 3. Lobes postérieurs; ces six lobes occupent la base des hémisphères du cerveau (9, 9, 9,). — 4. Scissure de Sylvius. — 5. Tubercule grisâtre qui forme la base du troisième ventricule (tuber cinereum). — 6. Tige pituitaire (infundibulum). — 7, 7. Tubercules mammillaires ou pisiformes. — 8, 8. Pédoncules antérieurs du cerveau ou de la protubérance cérébrale. — 10, 10, 10. Circonférence de la surface inférieure des hémisphères du cervelet, qui sont formés par des lames concentriques, lesquelles se contournent en dedans et correspondent aux dépressions ou fosses latérales et moyennes (11, 11). — 12, 12. Lobules antérieurs du cervelet. — 13, 13. Lobules inférieurs. — 14, 14. Lobules des nerfs vagues. — 15, 15. Lobules de la moelle alongée (Vicq. d'Azyr.) — 16, 16. Pédoncules du cervelet. — 17. Protubérance annulaire (Pons varoli). — 18. Moelle vertébrale. — 19, 19. Éminences pyramidales. — 20, 20. Éminences olivaires. — 21, 21. Nerfs olfactifs. — 22, 22. Bulbes de ces nerfs. — 23, 23. racines des mêmes nerfs. — 24, 24. Nerfs optiques. — 25. Jonction des nerfs optiques. — 26, 26. Nerfs moteurs oculaires communs. — 27, 27. Nerfs pathétiques. — 28, 28. Nerfs trijumaux. — 29, 29. Nerfs moteurs oculaires externes. — 30, 30. Nerfs faciaux. — 31, 31. Nerfs acoustiques. — 32, 32. Nerfs glosso-pharyngiens. — 33, 33. Nerfs pneumo-gastriques. — 34, 34. Nerfs hypoglosses. — 35, 36. Nerfs vertébraux. — 37. Section de la moelle vertébrale.

PLANCHE II.

FIGURE — I.

Section du cerveau qui représente la voûte à trois piliers, les ventricules latéraux, etc.

— 1, 1, 1, 1. Section horizontale du crâne et du cerveau. — 2, 3. Portions antérieure (2) et postérieure (3) du corps calleux, coupé profondément. — 4, 5.-4, 5. Corps striés ou cannelés (corpora striata). — 4. Leur partie antérieure. — 5. Leur partie postérieure : la surface de ce corps est couverte de petits vaisseaux sanguins. — 6, 7.-6, 7. Bandelette demi-circulaire (Tænia semi-circularis). — 6. Partie antérieure, et 7. Partie postérieure des mêmes bandelettes. — 8, 8. Couches des nerfs optiques. — 9, 9. 10, 10. Voûte à trois piliers. — 9, 9. Pédoncules antérieurs, et 10, 10. Pédoncules postérieurs de la voûte. — 11, 11, 11, 11. Cornes d'Ammon (pes hippocampi, cornu ammonis), avec leurs petits vaisseaux sanguins. — 12, 12. Corps frangés. — 13, 13. Éperon ou le petit hippocampe. — 14, 14. Cornes descendantes des ventricules latéraux. — 15, 15, 15, 15. Cornes postérieures des mêmes. — 16. Plexus choroïde latéral gauche. — 17, 18. Scissures, antérieure (17) et postérieure (18) des hémisphères cérébraux.

FIGURE II.

Section horizontale du crâne et du cerveau, qui met à découvert plusieurs de ses parties profondes.

1, 1, 1, 1. Section horizontale du crâne et du

cerveau. — 2, 2. Portion de la scissure de Sylvius. — 3. Portion du corps calleux. — 4. Cavité du septum lucidum. — 5. Pédoncule antérieur de la voûte à trois piliers, coupé. — 6. La partie antérieure des bandelettes demi-circulaires, coupée. — 7. Cavité du troisième ventricule. — 8. Commissure postérieure. — 9, 9. Pédicules du conarium. — 10. Conarium (glandula pinéalis). 11, 11. Tubercules quadrijumaux. — 12. Éminence vermiforme supérieure du cervelet. — 13, 13. Pédoncules postérieurs de la voûte à trois piliers, coupés. — 14, 14. Naissance des cornes d'Ammon. — 15, 15. Jonction des cornes d'Ammon avec les (calcaravis). — 16, 16, 16, 16. Les cornes postérieures des ventricules latéraux, ouvertes. — 17, 17, 18, 18. Section horizontale des couches des nerfs optiques, dont on remarque les substances grises (17), et la médullaire (18) qui les forment. — 19, 20, 21. Section des corps striés, dont les portions interne (19) et externe (20) sont de substance grise, tandis que la portion moyenne (21) est de substance médullaire qui se continue avec celle des couches optiques, etc. — 22, 23. Substance médullaire du cerveau, qui forme la partie centrale demi-ovalaire de l'hémisphère. — 24, 25. Scissures antérieure (24) et postérieure (25) des deux hémisphères.

FIGURE III.

Cette figure représente une section horizontale du cerveau, près de sa base, et qui pénètre jusqu'aux couches des nerfs optiques.

— 1, 1, 1, 1. Section horizontale du crâne et du cerveau. — 2, 3. Scissures antérieure (2) et postérieure (3) des deux hémisphères. — 4, 4. Portion des scissures de Sylvius. — 5. Bord antérieur du corps calleux. — 6. Raphé inférieur du corps calleux. — 7. Section de la substance grise aux côtés du corps calleux. — 8. Pédoncule du corps calleux qui se porte à la substance blanche (perforata) de l'encéphale. — 9. Portion de la cavité du septum lucidum. — 10. Commissure antérieure du cerveau. — 11, 11. Portion profonde des corps striés. — 12. Section horizontale de la partie postérieure du corps calleux, dont on voit les fibres médullaires transverses. — 13, 13. Portion des cornes postérieures des ventricules latéraux qui contiennent les *calcar avis*. — 14. Coupe oblique des tubercules quadrijumaux. — 15, 15, -16, 16. Section des pédoncules du cerveau, à leur jonction au pont de varole et où les substances blanches (15) et grises (16) s'unissent. — 17, 17. Section des substances médullaire et grise, ou rougeâtre lamineuses, qui, en rayonnant, se concentrent autour de l'aqueduc de Sylvius (18), qui a été coupé. — 19, 19. Nerfs oculo-moteurs communs. — 20. Tubercules mamillaires ou pisiformes. — 21. Tige pituitaire. — 22, 22. Nerfs optiques coupés et renversés en arrière. — 23, 23, 23, 23. Tractus optici, qui environnent les pédoncules du cerveau. — 24, 25, 26. Trois tubercules qui occupent la partie inférieure des couches optiques. — 27. Tuber cinereum ouvert par le renversement des nerfs optiques. — 28, 28. Plancher des ventricules latéraux et les vaisseaux sanguins qui s'y distribuent.

FIGURE IV.

Cette figure représente le cervelet, vu du côté de sa face supérieure.

— 1. Moelle vertébrale coupée. — 2, 2, 2, 2. Circonférence et surface supérieure lobulaire du cervelet. — 3, 3. Lobules supérieures internes du cervelet. — 4. *Calamus scriptorius*. — 5, 6, 7. *Processus vermiformis superior*, divisé en parties antérieure (5), moyenne (6), et postérieure (7). — 8, 8. Colonnes du quatrième ventricule. — 9, 9. Lobules supérieurs externes du cervelet.

I[er] TABLEAU.

ANIMAUX

VERTÉBRÉS.	MOLLUSQUES.	ARTICULÉS.	RADIAIRES OU ZOOPHYTES.
Système cérébro-spinal renfermé dans un étui osseux, dont l'extrémité antérieure présente les organes des sens, et l'orifice du tube intestinal. Sexes séparés sur des individus différens. Tête distincte du corps, jamais plus de quatre membres ou appendices latérales.	Point de système cérébro-spinal, point d'axe osseux partageant symétriquement l'animal ; masses nerveuses non symétriques, dispersées dans divers points du corps, d'où partent les nerfs des sens, des muscles et des viscères. Peau nue et muqueuse, ou incrustée de sels formant les valves simples, doubles ou multiples des conchifères. Sexes séparés sur des individus différens, d'autres hermaphrodites avec nécessité de fécondation réciproque, d'autres sans sexes apparens, se reproduisant d'eux-mêmes. Les uns respirent l'air, d'autres respirent l'eau. Sang blanc, organes digestifs constamment pourvus de foie. Tête non distincte; point d'appendices divergentes ou de membres pour se mouvoir.	Résultant d'anneaux articulés symétriquement sur un seul axe. Corps vermiforme. Chaque anneau pouvant porter une paire de pieds dont le nombre va quelquefois au-delà de 500 (les annelides), et n'est jamais moindre de six (les insectes). Deux cordons longitudinaux; formant un anneau au commencement de l'intestin, offrent d'espace en espace de doubles nœuds ou renflemens d'où naissent des nerfs distribués à tous les organes. Mâchoires toujours latérales. Respiration aquatique, ou aérienne, celle-ci par des trachées. Tête distincte dans tous les insectes.	1° *Échinodermes,* à peau fibreuse, souvent endurcie, avec une cavité intérieure où flottent des viscères. Quelquefois des épines articulées à leur base et mobile. 2° *Intestinaux,* dont quelques-uns ont des sexes séparés, quoique manquant de tout organe respiratoire ou circulatoire et de nerfs. 3° *Acalephes*, à masse charnue, dans le parenchyme de laquelle les intestins sont creusés et contractile en tous sens. Sans nerfs. 4° *Polypes;* corps entièrement gélatineux ; n'ayant souvent qu'une seule cavité à orifice unique, se reproduisant par des œufs, et susceptibles aussi de se multiplier par division. 5° *Infusoires*, à corps gélatineux et transparent comme les méduses, quelquefois d'une extrême simplicité et sans aucun orifice apparent, mais souvent aussi très-compliqués et offrant un canal intestinal, des ovaires, et même un système nerveux distinct (1). (1) C'est ce que nous ont appris, pour plusieurs d'entre eux, les observations de M. le baron Erhrenberg.

VERTÉBRÉS.

MAMMIFÈRES.	OISEAUX.	REPTILES.	POISSONS.
Les *hémisphères cérébraux* et les *lobes du cervelet* réunis par une commissure ; *lobes optiques* toujours solides. Une ou plusieurs paires de mamelles. *Sept vertèbres cervicales,* excepté une espèce de bradype. *Dents* seulement aux maxillaires supérieures, inter-maxillaires et maxillaire inférieur. Un *diaphragme* musculaire et mobile séparant la poitrine du ventre. *Sang* à globules circulaires. *Embryon* développé et devenant fœtus dans une matrice, ou bien passant à l'état parfait sans forme intermédiaire, sur la tétine de la mamelle.	*Un ventricule* à la partie lombaire de la moelle. *Lobes optiques* creux. *Lobes olfactifs* rudimentaires. Lobes *cérébraux* creux. *Moelle épinière* étendue dans un canal aussi long que la colonne vertébrale. Un seul *ovaire* chez les adultes ; les œufs fécondés doivent subir une incubation extérieure. *Poumons* communiquant avec le squelette. *Sang* à globules elliptiques. Couverts de *plumes;* les deux membres antérieurs ne servent jamais à la marche. Point *de dents*. Mâchoires enveloppées de cornes ou becs. Point de glandes parotides, linguales, maxillaires, etc. Jamais plus de quatre doigts aux pieds, jamais moins de deux.	*Lobes cérébraux* creusés d'un ventricule. *Cervelet* rudimentaire. *Lobes* optiques, ordinairement creux. Suivant les ordres, *dents* au *vomer,* aux *ptérigoïdiens*, et aux *palatins*, outre celles qui sont situées comme chez les mammifères. Jamais de *poils* ni de *plumes;* peau nue ou écailleuse. *Poumon double* ou unique, mais toujours vésiculeux. *OEufs* ordinairement pondus, mais éclosant sans incubation, d'autres éclosant dans l'oviducte. En général des *dents* aiguës et alongées incapables de broyer la proie; point de glandes parotides, maxillaires. *Sang* à globules elliptiques. Un ordre de cette classe subit une métamorphose avant l'état parfait, la respiration est alors aquatique.	Encéphale offrant souvent des *lobes surnuméraires* derrière *le cervelet. Moelle épinière* sans aucun renflement sur sa longueur, bornée quelquefois au 30e de la longueur du canal vertébral. *Lobes cérébraux* solides, et réduits à la couche optique; ou même nuls; d'ailleurs moins développés que les lobes *optiques*, *olfactifs*, et souvent même que le *cervelet;* quelquefois aussi les *lobes surnuméraires* sont les plus gros de l'encéphale. Organe de l'ouïe ayant des canaux demi-circulaires membraneux non adhérens au crâne, et baignant dans un liquide. L'*inter-maxillaire* constamment plus développé que le maxillaire, et mobiles l'un sur l'autre. Respiration par *branchies libres* ou *adhérentes* sur le pourtour extérieur de leur circonférence. Ceux dont les *branchies sont libres* les ont recouvertes de grands battans ou valves osseuses formées au plus de cinq pièces. *Sang* à globules elliptiques. Les seuls cyprins, les scares et quelques autres ont une mastication. Deux ovaires; œufs éclosant sans incubation après la ponte, ou bien éclosant dans l'oviducte.

Nota. On divise aussi les vertébrés en vivipares, comprenant les mammifères, et en ovipares, comprenant les trois autres classes. Le caractère général des ovipares est de n'avoir jamais de commissures au cerveau ni au cervelet; point de diaphragme; leurs vertèbres cervicales sont en nombre variable.

IIIe TABLEAU.

MAMMIFÈRES FOETIPARES, ACCOUCHANT DE FOETUS.

1° BIMANES.

Trois sortes de dents, clavicules, mains aux membres antérieurs seulement, régime omnivore; lobes du cerveau et du cervelet très-développés et profondément plissés; peau nue généralement.

- Hommes.
  - Voyez le Tableau IVe.

2° QUADRUMANES.

Trois sortes de dents, régime frugivore, mains aux quatre membres, clavicules, mâchoire articulée comme dans l'homme.

- Singes ou Pithèques.
  - 1° *Singes de l'ancien continent*, les trois sortes de dents en même nombre qu'à l'homme, cerveau plissé.
    - 1° *Orangs* et *Gibbons*. Antropomorphes, sans queue, sans abajoues.
    - 2° *Cynocéphales; Macaques*, *Guenons*, avec queue, callosités, abajoues.
  - 2° *Singes du nouveau continent*, incisives et canines comme aux singes, mais six molaire partout, excepté les Ouistitis, qui en ont cinq, cerveau peu ou point plissé.
    - 1° *Hurleurs*, à mâchoire inférieure très-élargie verticalement, pour renfermer l'hyoïde dilaté en forme de tambour; queue prenante.
    - 2° *Atèles* et *Eriodes*, à pouces rudimentaires, et queue prenante.
    - 3° *Sajous*, à dents incisives verticales comme chez l'homme, queue faiblement prenante.
    - 4° *Sakis*, incisives inférieures proclives; queue non prenante.
    - 5° *Ouistitis*, incisives droites, ongles comprimés.
- Lemuriens.
  Plus ou moins de quatre dents incisives autrement dirigées que dans les singes; cinq ou six molaires; index des mains postérieures toujours plus court, et pourvu d'un ongle en alène plus long que les autres et redressé; cerveau lisse.
  - 1° *Makis*, six incisives inférieuresproclives, queue plus longue que le corps.
  - 2° *Indris*, quatre incisives proclives, queue courte.
  - 3° *Loris*, ongles et dents des makis, sans queue.
  - 4° *Galagos*, mêmes dents, mêmes ongles qu'aux Loris; grandeur disproportionnée des yeux, des oreilles et des tarses; longue queue.
  - 5° *Tarsiers*, comme les Galagos, mais deux incisives seulement en bas.

3° CARNASSIERS.

Trois sortes de dents, articulation maxillaire en charnière transversale, pas de clavicules.

- Chiroptères. Cerveau lisse, verge pendante et mamelles pectorales; repli de la peau étendu entre les quatre pieds et les doigts; clavicule plus forte que dans les Singes; sternum pourvu de carène et de quille comme aux oiseaux.
  - 1° *Chauve-souris*. Les doigts des mains la plupart sans ongles et alongés en baguettes aussi longues ou plus longues que le bras tout entier, les doigts des pieds tous onguiculés et restant proportionnés au corps, membres postérieurs rétroversés.
    - 1° Frugivores. *Roussettes*, *Céphalotes*, *Hypodermes*.
    - 2° Insectivores. *Vespertilion*, *Oreillards*, *Molosses*, *Phyllostomes*, *Mégadermes*, *Rhinolophes*, *Nyctères*, *Taphiens*.
  - 2° *Galéopithèques*. Doigts des mains pas plus grands que ceux des pieds, et semblablement onguiculés.
- 2° Insectivores. Cerveau lisse; plus ou moins fortement claviculés selon les habitudes de fouir ou de nager; cinquième paire de nerfs énorme; œil plus ou moins rudimentaire.
  - 1° Deux longues incisives, mitoyennes ou uniques en haut, et canines plus petites que les incisives. *Hérissons*, *Musaraignes*, *Desmans*, *Scalopes*, *Chrysochlores*.
  - 2° Grandes canines écartées, entre lesquelles sont de petites incisives. *Tenrec*, *Taupe*.
- 3° Carnivores. Grandes canines séparées par six petites incisives, molaires tranchantes, pourvues chez quelques-uns de tubercules mousses, dont la proportion croissante détermine un régime plus mêlé de végétaux; d'autant plus carnassiers que le maxillaire inférieur est plus court, les ongles plus acérés et plus tranchans, plus aigus, les dents moins nombreuses, qu'enfin ils marchent davantage sur la pointe des doigts.
  - 1° *Plantigrades*. *Ours*, *Ratons*, *Coatis*, *Kinkajous*, *Blaireaux*, *Mélogales*, *Gloutons*.
  - 2° *Digitigrades*.
    - 1° *Martes*. Une seule tuberculeuse et deux ou trois fausses molaires en haut; trois ou quatre fausses molaires en bas. *Martes*, *Moufettes*, *Loutres*.
    - 2° Deux dents tuberculeuses en arrière des mâchelières tranchantes, au nombre de quatre en haut et cinq en bas, quatre doigts derrière. *Chiens* à langue lisse, *Civettes* à langue hérissée.
    - 3° Pas de tuberculeuse derrière la carnassière inférieure. *Hyènes* et *Chats*.
    - 4° A dents coniques. *Protèles*.
- 4° Amphibies. Membres postérieurs très-raccourcis et élargis, à plantes et phalanges développées en nageoires et palmées; à corps pisciforme.
  - 1° *Phoques*. Quatre à six incisives supérieures, quatre inférieures, vingt, vingt-deux ou vingt-quatre mâchelières tranchantes ou coniques, sans tubercules.
  - 2° *Morses*. A corps de Phoques, à énormes canines supérieures saillant verticalement de la mâchoire, et entre lesquelles se meut une mâchoire inférieure comprimée, dépourvue de canines et d'incisives; quatre incisives entre les canines supérieures.

4° RONGEURS.

A chaque mâchoire deux grandes incisives croissant toute la vie, et qu'un intervalle vide sépare des molaires, dont le nombre varie de trois à cinq; le condyle maxillaire et la fosse glénoïde dirigés longitudinalement et parallèlement à l'axe de la tête; les doigts libres et flexibles pour saisir; le cerveau lisse, cinquième paire et cervelet médian constamment très-développés.

- 1° Rongeurs a clavicules.
  - 1° A molaires formées de rubans ou lames d'émail, enroulés ou pliés sur eux-mêmes.
    Castors, *Campagnols*, *Echymys*, *Loirs*, *Hydromys*, *Hélamys*.
  - 2° Omnivores. Molaires à tubercules mousses, à structure semblable à celle des carnassiers.
    Rats, *Hamsters*, *Gerboises*, *Rats-Taupes*, *Rats-Taupes du Cap*, *Marmotte*, *Ecureuils*, *Aye-Aye*.
- 2° Rongeurs sans clavicules.
  - Ayant les dents formées de lames enroulées ou plissées ou de plusieurs lobes d'émail aplatis.
    Porc-épics, *Lièvres*, *Cabiais*, *Cobayes*, *Agoutis*, *Pacas*.

5° ÉDENTÉS.

Sans incisives aux deux mâchoires; quelquefois sans dents; des clavicules au moins rudimentaires, et de gros ongles enveloppant le bout des doigts; cerveau lisse, cervelet et cinquième paire peu développés, lobes olfactifs prédominans.

- 1° Des canines aiguës. Museau court, mamelles pectorales. Nombre des côtes, des vertèbres cervicales, des doigts, et forme du condyle maxillaire variant d'une espèce à l'autre.
  Paresseux, ou *Bradypes*.
- 2° Sans canines, n'ayant que des mâchelières cylindriques.
  Tatous couverts d'écussons, *Orycteropes* couverts de poils.
- 3° Sans aucunes dents, à langue filiforme, protractile, mais sans axe osseux.
  Fourmiliers couverts de poils, *Pangolins* couverts d'écailles.

6° GRAVIGRADES. Bl.

Cinq doigts à tous les pieds, pas de canines, incisives supérieures coniques, recourbées en haut et croissant toute la vie, pas d'incisives ni de canines inférieures, narines alongées en trompe, cerveau plissé, tarses et carpes complets.

- 1° Éléphants. A dents mâchelières formées de dix à vingt-cinq lames d'os et d'émail, séparées par du cément.
- 2° Mastodontes. A dents molaires de même structure que celles de l'homme.

7° ONGULOGRADES. Bl.

Doigts dont au moins deux phalanges sont emboîtées par l'ongle, et ne peuvent se fléchir pour saisir; radius toujours immobile sur le cubitus, cerveau plissé, lobes olfactifs très-développés, ainsi que le cervelet et la cinquième paire.

- Dents de même structure qu'aux trois premiers ordres, avant-bras et jambes complets.
  - 1° Pas de canines. *Rhinocéros*, *Damans*.
  - 2° Trois ordres de dents. *Hippopotames*, *Cochons*, *Tapirs*, *Anoplotherium*, *Palæotherium*.

8° SOLIPÈDES.

A dents formées de plusieurs lames d'émail, séparées par du cément, et à un seul doigt porté sur un seul os ou canon, derrière lequel sont deux stylets correspondant aux métatarsiens et métacarpiens, les trois phalanges emboîtées par l'ongle. Cerveau plissé.

- Chevaux.

9° RUMINANS.

Huit incisives en bas, aucune en haut, molaires formées de lames verticales d'émail à double croissant; le pied divisé en deux doigts ou sabots, derrière les sabots sont deux doigts rudimentaires portés sur des stylets métacarpiens et tarsiens; quatre estomacs, cerveau plissé, lobes olfactifs très-développés.

- 1° Sans prolongemens frontaux. *Chameaux*, *Chevrotains*.
- 2° A bois. *Girafes*, *Cerfs*.
- 3° A cornes. *Antilopes*, *Chèvres*, *Moutons*, *Bœufs*.

10° CÉTACÉS.

Pas de membres postérieurs, vestige de bassin sans articulation à la colonne vertébrale; les six vertèbres postérieures à l'atlas raccourcies, aplaties, et même quelquefois soudées en une seule pièce; doigts enveloppés dans un fourreau en forme de rame, et sans ongles.

- 1° Cétacés herbivores. Mamelles pectorales, à vertèbres cervicales toujours mobiles, avant-bras mobile par ginglyme sur le bras, mâchoires courtes, intermaxillaire armé de dents.
  - 1° *Lamantins*. Dents molaires semblables à celles de l'homme.
  - 2° *Dugongs*, à défenses incisives, et à molaires formées de deux cylindres.
  - 3° *Stellers*, ayant au lieu de dents des plaques cornées aux bords du palais.
- 2° Cétacés ordinaires. Jamais de dents incisives ni de canines supérieures, à narines pourvues d'évents ou cavités compressibles par des muscles capsulaires situés à l'orifice des narines pour expulser l'eau avalée, mamelles près de l'anus, à mâchoires alongées.
  - 1° Cétacés à dents implantées sur les maxillaires, ou seulement sur la mâchoire inférieure. *Dauphins*, *Narvals*, *Hypéroodons*, *Cachalots*.
  - 2° *Baleines*. Mâchoires supérieures garnies de fanons, mâchoires inférieures dépourvues de dents.



MAMMIFÈRES EMBRYOPARES,

ou

ACCOUCHANT

D'EMBRYONS.

MARSUPIAUX.

Ayant tous, mâles ou femelles, à bourse ou sans bourse, deux os surnuméraires articulés sur le pubis par une extrémité, et flottans par l'autre; ces os, quoique indépendans de la bourse, ont été nommés Marsupiaux, ainsi que les animaux qui en sont pourvus. Sans dilatation des oviductes en matrice, et sans rétréeissement ou col à la terminaison de l'oviducte au vagin, d'où suit que les embryons n'ont pas d'existence utérine, mais passent de suite aux mamelles, où se termine leur développement.

1° CARNIVORES.

Longues canines, et six à dix petites incisives aux deux mâchoires, toujours plus nombreuses à celle d'en haut, les arrière-molaires seulement hérissées de pointes, mâchelières tranchantes, cerveau lisse.

1° *Sarigues* ou *Didelphes*. Cinquante dents en tout, pouces des pieds de derrière opposables et à ongle plat, langue hérissée sur les bords, queue nue et prenante.

2° *Dasyures*, *Tylacines*. Huit incisives supérieures, six inférieures, en tout quarante-deux dents, queue partout velue, non prenante, pouce postérieur rudimentaire, et non opposable.

3° *Peramèles*. Dix incisives supérieures, six inférieures, en tout quarante-huit dents; trois doigts seulement aux pieds de derrière, dont les deux extérieurs réunis par la peau; cinq doigts aux pieds de devant, dont les intermédiaires sont armés de grands ongles.

2° FRUGIVORES.

Deux longues incisives plates et proclives en bas, six en haut, canines supérieures longues, inférieures rudimentaires et caduques, pouce presque dirigé comme aux oiseaux et sans ongle; les deux doigts suivans réunis par la peau.

1° *Phalangers* à queue toujours prenante, quelquefois en partie écailleuse.

2° *Phalangers volans*, à peau des flanes étendue entre les jambes, queue non prenante et velue.

3° *Koala*. Deux incisives inférieures sans canines, six en haut, dont les moyennes plus longues, et deux petites canines. Doigts des quatre pieds divisés en deux groupes, pour saisir, comme dans les Perroquets; le pouce manque aux pieds de derrière.

3° HERBIVORES.

Jambes postérieures trois ou quatre fois plus longues que les antérieures; manquent de pouce, et ont les deux premiers doigts réunis jusqu'à l'ongle; la queue énorme, formant un troisième levier pour la marche à laquelle les deux membres antérieurs sont étrangers, cinq mâchelières partout couronnées de tubercules ou de collines transverses; deux incisives supérieures proclives, et six en haut.

1° *Kanguroos-Rats*, ayant de plus deux canines en haut, et la première molaire longue et dentelée.

2° *Kanguroos*, sans canines, et à molaires uniformément pareilles.

4° RONGEURS.

Deux grandes incisives croissantes à chaque mâchoire, molaires à deux collines transverses; cinq ongles aux pieds de devant, quatre à ceux de derrière, où un tubercule remplace le pouce.

Phascolomes.

5° ÉDENTÉS.

Ayant, outre la clavicule ordinaire, une clavicule impaire commune aux deux épaules, comme les lézards; outre les cinq doigts des quatre pieds, les mâles ont à ceux de derrière un ergot fixé sur l'astragale.

Ces caractères, s'il est bien constaté que ces animaux n'ont pas de mamelles et qu'ils pondent des œufs éclosant par ou sans incubation, devront faire de cet ordre une cinquième classe de vertébrés.

1° *Echidnés* à langue extensible comme aux Fourmiliers, point de dents.

2° *Ornithorinques*, à mâchoires cornées et dentelées comme celle des canards, une dent de chaque côté au fond de la bouche.

IVme TABLEAU.

HOMMES.

1° CELTO-SCYTH-ARABES. . .	Cheveux lisses, soyeux, bien fournis; angle facial ouvert; dents incisives verticales; pommettes peu saillantes et peu larges; peau et cheveux variant du noir au blanc suivant le climat. Habitent toute l'Europe, moins ses contrées polaires, l'Asie, jusqu'au Gange; et jusqu'aux sources de l'Irtisch, la région Atlantique de l'Europe, l'Égypte et l'Abyssinie.	1° *Celtes*, cheveux noirs. Habitans primitifs de l'Europe à l'ouest du Rhin et des Alpes jusqu'à l'océan et ses îles. 2° *Scythes*, cheveux blonds. L'Europe centrale, et l'Asie jusqu'aux sources de l'Irtisch, les monts de Belur et l'Himalaya. 3° *Arabes*, cheveux toujours noirs. L'afrique Atlantique, et l'Asie au sud du Caucase jusqu'au Gange. 4° *Atlantiques*. Fosse olécrane de l'humérus percée comme dans les Austro-Africains; cheveux noirs, châtains et blonds. Guanches, ancien peuple des Canaries.
2° MONGOLES.	Cheveux lisses, mais raides et rares; barbe grêle; yeux étroits, relevés obliquement en dehors; pommettes saillantes, incisives verticales; peau jaune et cheveux noirs, couleur invariable sous tous les climats; nubilité précoce.	Le Groenland, les côtes polaires de l'Europe et de l'Amérique, sous les noms de Lapons, Samoièdes, Esquimaux, etc.; toute l'Asie à l'est du Gange, des monts, de Belur et de l'Irtisch.
3° ETHIOPIENS.	Cheveux laineux; crâne comprimé et front déprimé; nez écrasé; partie faciale de l'inter-maxillaire et menton obliquement inclinés l'un sur l'autre, ainsi que les incisives; peau et cheveux noirs, sous tous les climats.	L'Afrique, depuis le Sénégal, le Niger et le Bahr-el-Azrek, jusqu'un peu au-delà du tropique austral. Séparés des Euro-Africains par une chaîne de hautes montagnes courant parallèlement au rivage de la mer des Indes.
4° EURO-AFRICAINS.	Cheveux laineux, peau noire, crâne moins comprimé qu'aux Ethiopiens, et front presque aussi saillant qu'aux Européens; incisives verticales; nez peu déprimé. Vulgairement, Nègre et Mozambique.	La côte orientale d'Afrique sur l'océan indien.
5° AUSTRO-AFRICAINS. . . .	Cheveux laineux, et os du nez soudés ordinairement en une seule lame écailleuse comme aux macaques, et beaucoup plus épaté et large que dans les autres Africains; cavité olécranienne de l'humérus percée d'un trou; incisives et menton beaucoup plus obliques qu'aux Éthiopiens. Peau d'un jaune bistre.	L'Afrique au-delà du tropique austral, moins la partie correspondante de la côte orientale. 1° *Hottentots*, *Boschismans*, *Houzouanas*, etc. 2° *Malgaches* de la côte orientale de Madagascar; cheveux courts et laineux; peau de couleur cuivre foncée; orbites écartés plus qu'à aucuns Nègres.
6° MALAIS OU OCÉANIQUES. .	Crânes conformés comme ceux des Européens; pommettes un peu plus larges, dents tout-à-fait semblables, cheveux lisses et noirs; peau olivâtre ou brune, dans le même climat où l'Arabe indien est noir comme le nègre. Le littoral de l'Indo-Chine, tout l'archipel asiatique et l'Océanie jusques à Madagascar.	1° *Caroliniens*, formes régulièrement belles, taille plus svelte et plus élevée que la moyenne d'Europe; caractère doux, conception facile. 2° *Dayaks* et *Béadjus* de Bornéo, et plusieurs des *Haraforas* des Moluques : les plus blancs des Malais. 3° *Javans*, *Sumatriens*, *Timoriens* et *Malais* du reste de l'archipel indien : lèvres généralement grosses, nez épaté; pommettes saillantes; taille plus petite que la moyenne d'Europe; caractère perfide et féroce. 4° *Polynésiens* proprement dits : taille généralement grande comme celle des Caroliniens, mais forme du visage comme aux Javans, Sumatriens, etc. 5° *Ovas* de Madagascar, habitant la zône intermédiaire au rivage oriental et aux montagnes : taille ordinaire de 5 pieds 6 à 7 pouces; couleur olivâtre claire; orbites grandes et carrées; menton d'un ovale très-long transversalement; nez presque européen.
7° PAPOUS.	A peau de nègre; cheveux noirs, demi-laineux, très-touffus, frisant naturellement; barbe noire et rare; physionomie tenant du nègre et du malais, mais à dents déjà un peu proclives; ouverture nasale plus évasée encore qu'aux Guinéens.	Habitent les petites îles autour de la nouvelle Guinée, Waigiou, et la nouvelle Guinée.
8° NÈGRES OCÉANIENS. . . .	Couleur tout-à-fait noire; crâne comprimé et déprimé; cheveux courts très-laineux, et recoquillés; nez écrasé à la racine et très-épaté; lèvres grosses; angle facial très-aigu; en tout très-rapprochés des nègres de Guinée. La nouvelle Guinée, l'archipel du Saint-Esprit, îles Audamann, Formose.	Ont peuplé ou peuplent encore le nord de l'Océanie occidentale, quelques petits archipels de la Polynésie, une grande partie de l'archipel indien, et quelques contrées de l'Indo-Chine et les îles adjacentes. 1° *Moys* ou *Moyes* des montagnes de la Cochinchine; *Samang*, *Dayak*, etc., des montagnes de Malaca; peuplant aussi l'intérieur de Formose, l'archipel d'Audamann et anciennement le midi de l'île de Niphon, d'après l'Histoire japonaise. 2° L'intérieur de Bornéo et de quelques-unes des îles Philippines, l'intérieur de Célèbes, et quelques-unes des Moluques (anciennement l'intérieur de l'île de Java, *Hist. japonaise*). 3° Ils peuplent exclusivement dans l'Australasie, la Nouvelle-Calédonie, l'archipel du Saint-Esprit, et la terre de Diemen, où ils ont une longueur et une maigreur des membres disproportionnées aux corps, comme chez les *semno-pithèques* dans le genre de guenons. 4° Les *Vinzimbars* des montagnes de Madagascar, île que ses populations d'animaux rattachent également au système d'organisation de l'Océanie.
9° AUSTRALASIENS.	Cheveux lisses, noirs; barbe et poils rares; peau noire; membres grêles et de longueur disproportionnée au corps; dents verticales; nez très-élargi; front déprimé et comprimé.	Nouvelle Hollande.
10° COLOMBIENS. . . . . . . (1).	Tête alongée; nez long, saillant et fortement aquilin; front comprimé et aplati; hauteur des mâchoires; teint rouge de cuivre, sous tous les climats; cheveux noirs ne grisonnant jamais et barbe rare; front plus déprimé qu'aux Mongols; nubilité précoce; imagination vive et forte; caractère moral énergique. Ces caractères appartiennent surtout aux peuples de l'Amérique du nord, et des plateaux des Cordilières, jusqu'à Cumana.	*Tchutkis*, de la pointe nord-est de l'Asie; les *Colombiens* occupent toute l'Amérique septentrionale, tous les plateaux et pentes des Cordilières depuis le Chili jusqu'à Cumana et l'archipel caraïbe inclusivement.
11° AMÉRICAINS.	Tête généralement sphérique, front large mais déprimé comme aux Mongols; arcades surcilières relevées en dehors; pommettes saillantes; nez épaté et déprimé à la racine; cheveux longs, gros, raides et droits; peau ni noire, ni jaune, ni cuivrée; lèvres très-grosses; intelligence généralement obtuse et caractère moral extrêmement brut.	1° *Omaguas*, *Guaranis*, *Coroados*, *Puris*, *Aturés*, *Otomaques*, etc., ventre gros, poitrine velue et barbe fournie; taille au-dessous de la moyenne des Espagnols; peau d'un bistre terne fort obscur; moral indolent, imprévoyant; tête d'un volume disproportionné au corps, aplatie au sommet, enfoncée entre les épaules; toute l'Amérique méridionale au sud de l'Amazone et de l'Orénoque, à l'est des Andes et de Plata. Les *Guaranis* et les *Coroados* sont sans barbe et sans poils sur la poitrine. 2° *Botocudes*; peau brun clair, quelquefois presque blanche; *Guaïcas*, à taille très-petite, à peau très-blanche, habitant près les sources de l'Orénoque sous l'équateur. 3° *Mbayas*, *Charruas*, etc., peau d'un brun presque noir, sans nuance de rouge; front et physionomie ouverts; nez étroit déprimé à la racine; yeux petits et bridés, dents verticales, cheveux longs, noirs et raides; pieds et mains plus petits à proportion et mieux faits qu'aux Espagnols; taille supérieure à l'espagnole. Habitent le Paraguay. 4° Les *Puelches* et les *Tehuellets* ou *Patagons* au sud de la Plata jusqu'au détroit de Magellan; taille au-dessus de 5 pieds 6 pouces; cheveux longs, constitution sans analogie avec celles d'aucune des espèces précédentes.

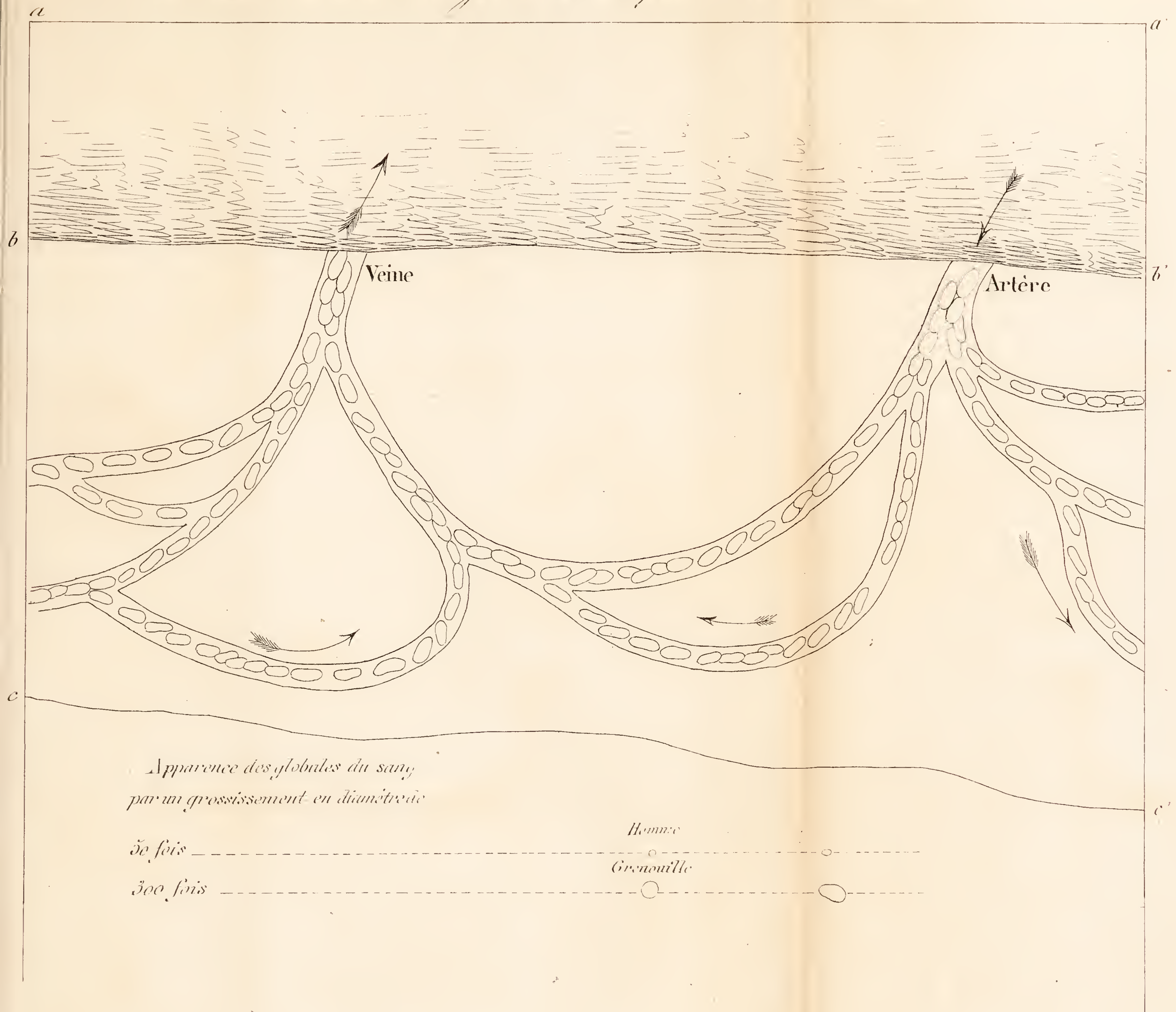
N. B. Les peuples Mongoles du Nord de l'Amérique et du Groenland, c'est-à-dire les Esquimaux, les Tchongatches, les Konias, etc., parlent des langues dont les formes grammaticales sont semblables à celles des Mexicains, des Péruviens, des Araücans, etc.; ces mêmes formes se retrouvent dans le Basque en Europe, et dans le Congo en Afrique.

De ces faits, et d'autres analogues, il résulte que les ressemblances et les différences des langues qui décident toujours de l'identité et de la différence des peuples, ne peuvent caractériser les espèces.

Voyez l'Atlas Ethnographique du globe, par M. Adrien Balbi.

(1) Colomb ayant découvert les Lucayes, et Améric la côte de Cumana, nous croyons pouvoir sur ces motifs établir ces deux noms, qui d'ailleurs ne sont que provisoires, comme l'a été celui d'Africains pour les Nègres. Il n'est pas douteux que les Colombiens, et surtout les Américains, ne soient divisibles chacun en plusieurs espèces aussi différentes entre elles que celles d'Afrique.

Circulation du sang dans la queue du Têtard.



Cerveau grandeur naturelle.

Pl. 1.

Fig. 1

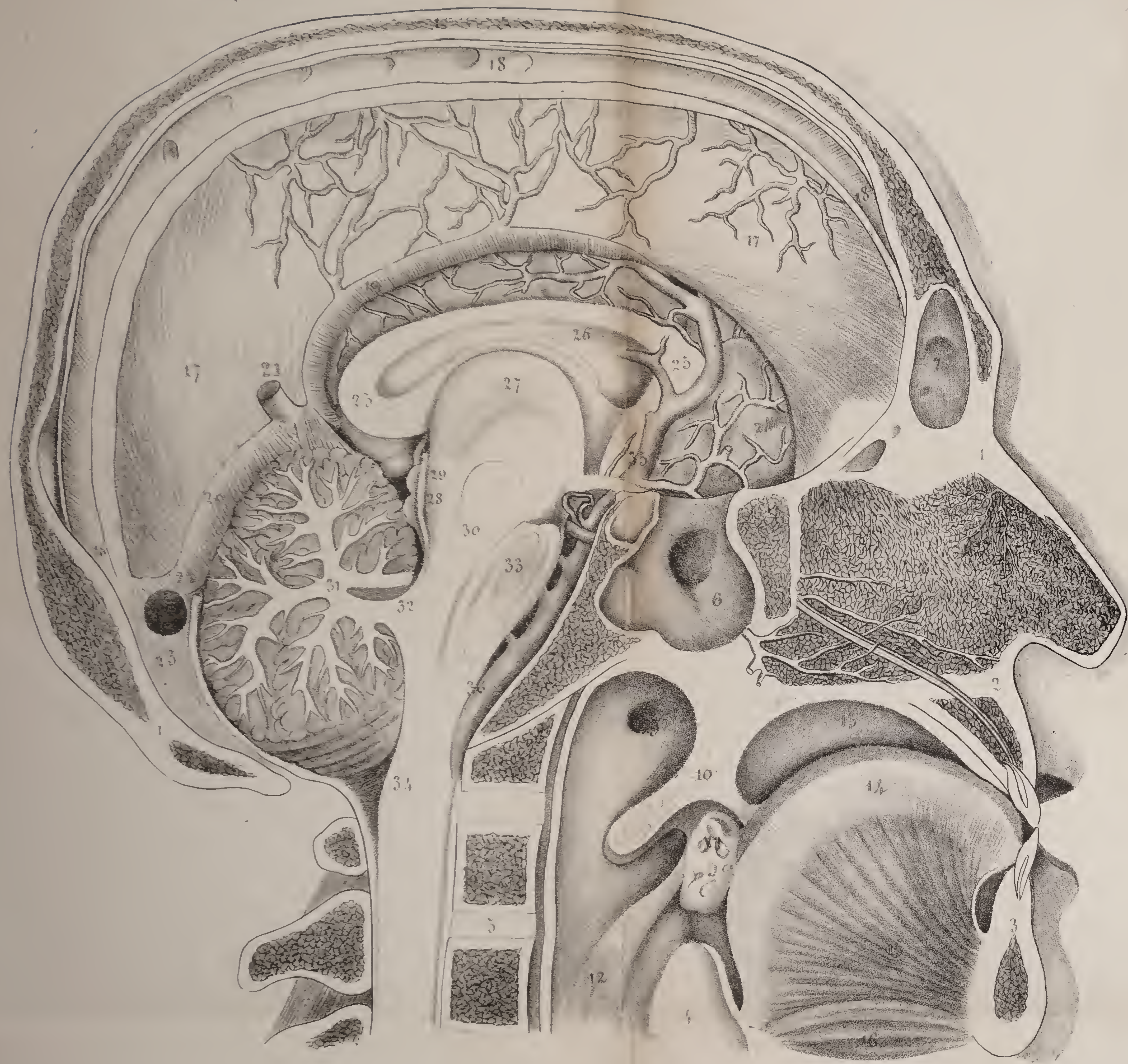
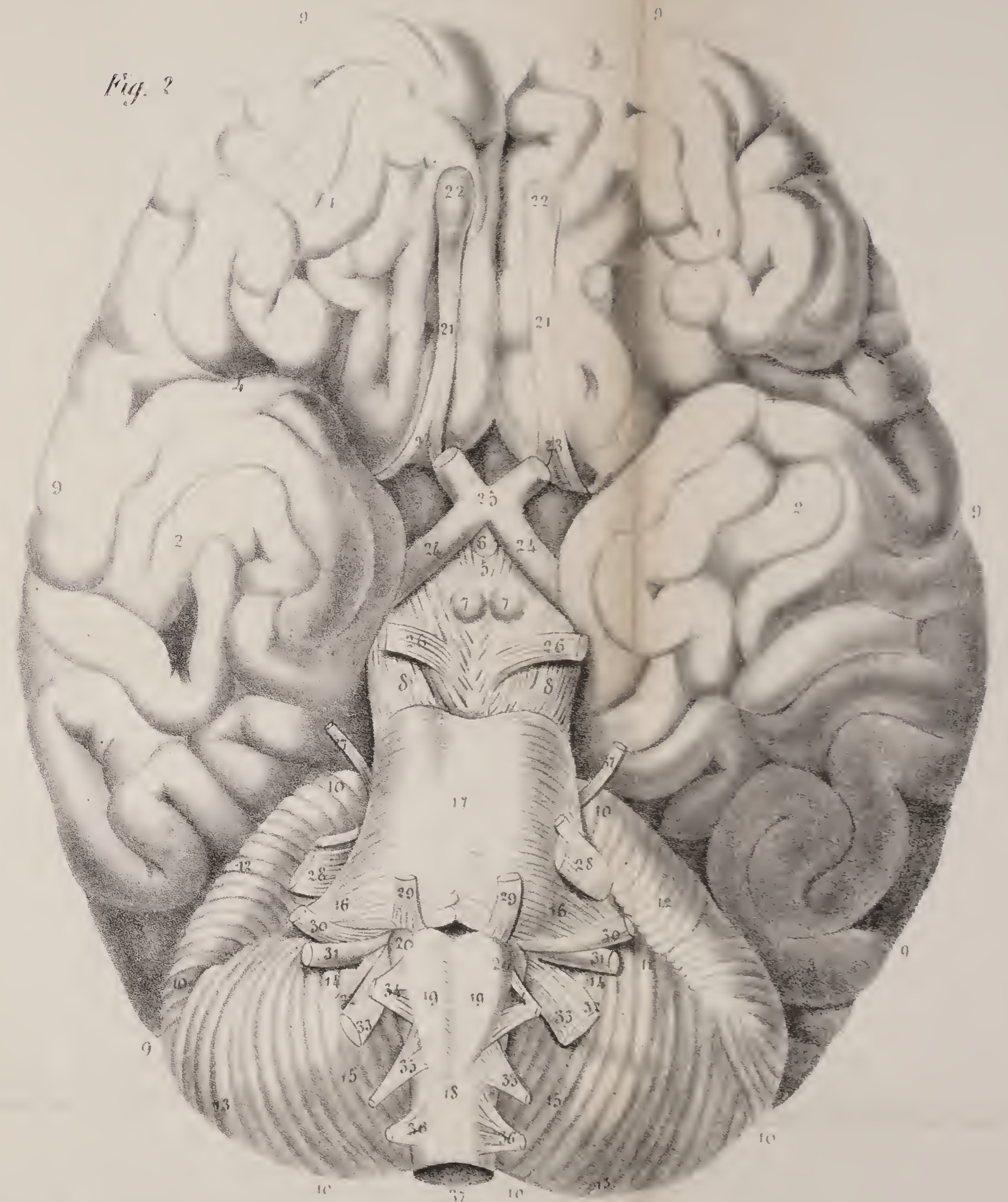


Fig. 2

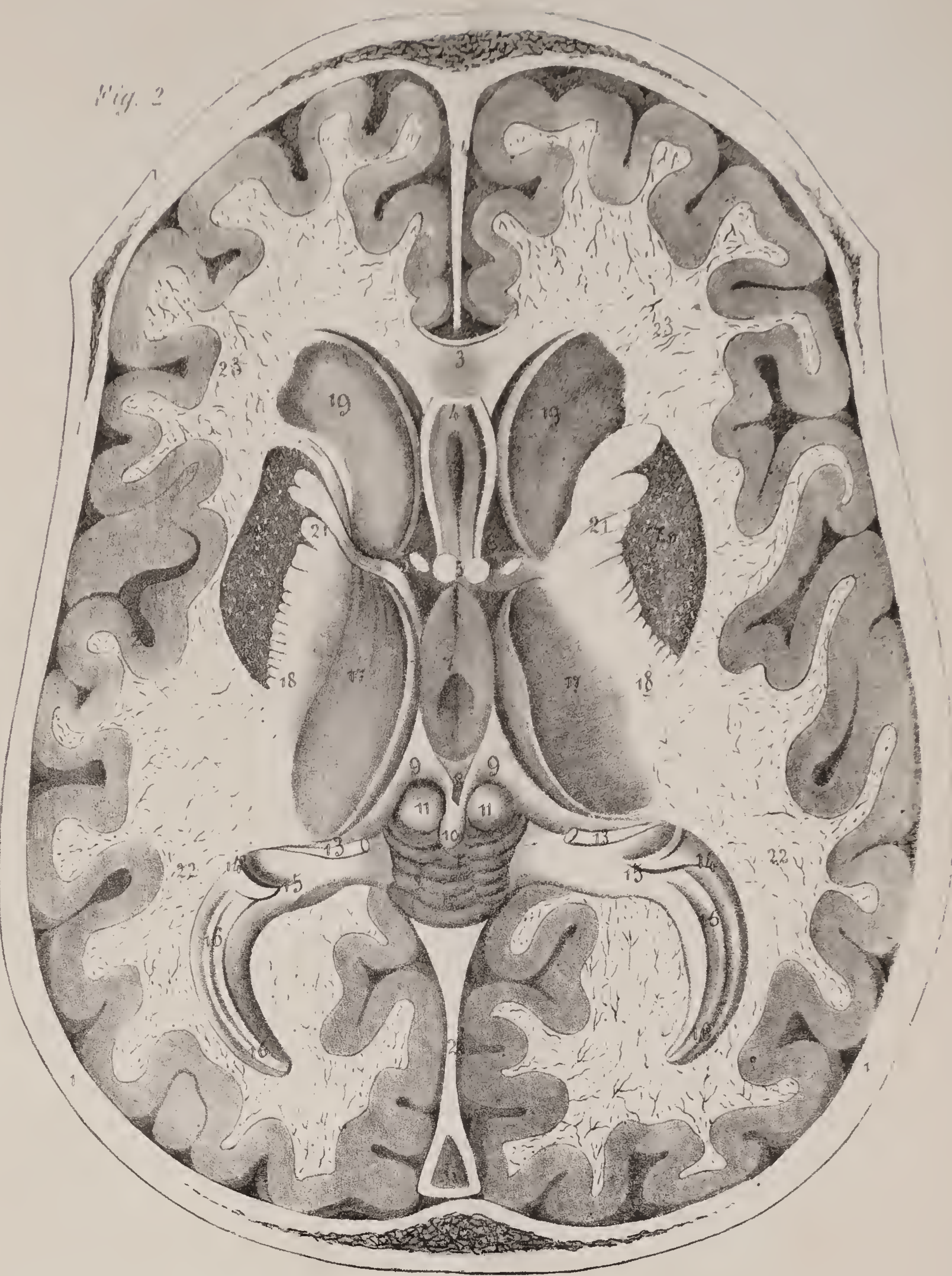


Publié par H. Dumont à Bruxelles, à Londres chez Dulau et Compagnie

Pl. 1.











Publié par H. Dumont à Bruxelles, à Londres chez Dulau et Compagnie

Lith. de H. Jourdan

